

HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI
MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA
MATEMATISK-NATURVETENSKAPLIGA FAKULTETEN
FACULTY OF SCIENCE

Pakohuoneet kemian opetuksessa

Arttu Paavola

Pro gradu -tutkielma

Kemian opettajankoulutusyksikkö

Kemian osasto

Matemaattisluonnontieteellinen tiedekunta

Helsingin yliopisto

15.05.2020

TIEDEKUNTA – FAKULTET – FACULTY		KOULUTUSOHJELMA – UTBILDNINGSPROGRAM – DEGREE PROGRAMME	
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Matematiikan, fysiikan ja kemian aineenopettajan maisteriohjelma	
TEKIJÄ – FÖRFATTARE – AUTHOR			
Arttu Paavola			
TYÖN NIMI – ARBETETS TITEL – TITLE			
Pakohuoneet kemian opetuksessa			
TYÖN LAJI – ARBETETS ART – LEVEL	AIKA – DATUM – MONTH AND YEAR	SIVUT – SIDOR – PAGES	
Pro gradu -tutkielma	15.05.2020	63 ja liitteet 10	
TIIVISTELMÄ – REFERAT – ABSTRACT			
<p>Pakohuoneiden käytöstä opetustarkoituksessa on tutkimuskohteena kiinnostuttu vasta viime vuosien aikana. Kemiassa pakohuoneiden opetuskäytöstä on tutkimusta tehty varsin vähän. Pakohuoneiden tuoreus opetusmenetelmänä tarjoaa oppilaille uuden tavan oppia kemian laboratoriotyöskentelyä itsenäisesti. Pakohuoneet yhdistävät opetuksessa tarinan kerrontaa, pulman ratkontaa ja itsenäistä työskentelyä ja pakohuoneilla on todettu olevan positiivinen vaikutus motivaatioon.</p> <p>Tämä tutkimus oli kehittämistutkimus, jonka tarkoituksena oli kehittää minäpystyvyyttä tukeva ja helposti toisinnettavissa oleva pakohuonekokonaisuus opetuskäyttöön yläkoulun kemian opetukseen. Kehittämistutkimuksessa etsittiin vastauksia seuraaviin kysymyksiin: 1) Mitä on otettava huomioon, kun suunnitellaan kouluissa toisinnettavissa olevaa kemianpakohuonetta? 2) Miten pakohuoneen suorittaminen vaikuttaa oppilaiden minäpystyvyyteen? 3) Millaiset laboratoriotehävät soveltuvat yläkouluissa toteutettavaan pakohuoneeseen? Kehittämistutkimus sisälsi kaksi sykliä, joista ensimmäisessä pyrittiin selvittämään pakohuoneen, minäpystyvyyden ja pelillistämisen teoriataustaa ja näiden pohjalta ensimmäisen syklin kehittämistuotteeksi luotiin pakohuoneiden kehittämistä ohjaavia vaatimuksia pakohuoneelle. Toisessa syklissä kehitettiin pakohuonetehtäväpaketti ja menetelmiä, joiden avulla pakohuoneita pystyy suunnittelemaan itsenäisesti suoritettaviksi. Lopuksi pakohuoneen toisinnettavuutta ja minäpystyvyys vaikutusta arvioitiin teoreettisella tasolla.</p> <p>Kehittämistutkimuksen kehittämistuotteeksi syntyi pakohuonetehtäväkokonaisuus, jonka toisinnettavuus kouluissa varmistettiin siten, että pakohuoneen skaalaaminen eri kokoisille oppilasryhmille on mahdollisimman helppoa ja kaikki pakohuonekokonaisuuteen valikoidut työt suunniteltiin niin, että töihin tarvittavat reagenssit ja työvälineet löytyvät ruokakaupasta ja huonostikin varustellusta kemian ja kuvaamataidon luokasta. Lisäksi kehittämistutkimuksen aikana luotiin menetelmiä ja vaatimuksia pakohuoneille, jotka ohjaavat ja edesauttavat pakohuoneiden jatkokehittämistä opetustarkoituksissa.</p> <p>Suunnitellun pakohuoneen vaikutus minäpystyvyyteen arvioitiin teoreettisella tasolla. Koska pakohuoneet tarjoavat suorittajilleen mahdollisuuden autenttisiin ja itsenäisiin onnistumisten kokemuksiin, pakohuoneilla on mahdollisesti positiivinen vaikutus oppilaiden minäpystyvyyden tunteeseen. Useamman ryhmän samanaikainen suorittaminen antaa myös mahdollisuuden tertiäärisille minäpystyvyyden kerryttämisreiteille.</p>			
AVAINSANAT – NYCKELORD – KEYWORDS			
Pakohuone, Minäpystyvyys ja Toisinnettavuus			
SÄILYTYSPIIKKA – FÖRVARINGSTÄLLE – WHERE DEPOSITED			
E-Thesis: https://ethesis.helsinki.fi			
OHJAAJAT			
Johannes Pernaa ja Maija Aksela			

Sisällysluettelo

1 Johdanto	1
2 Kehittämistutkimus	3
2.1 Menetelmän esittely	3
2.2. Tutkimuskysymykset	5
2.3. Kehittämistutkimuksen rakenne	6
3 Kehittämissykli 1.....	8
3.1 Teoreettinen ongelma-analyysi.....	8
3.1.1 Pakohuone	8
3.1.2 Aikaisempi tutkimus.....	11
3.1.3 Pelillistämisen	12
3.1.4 Minäpystyvyys	13
3.1.5 Yhteenveto	16
3.2 Empiirinen ongelma-analyysi.....	18
4 Kehittämistuotos 1: Pakohuoneiden suunnittelu opetustarkoitukseen	19
5 Kehittämissykli 2.....	22
5.1 Pakohuoneen suunnittelu.....	22
5.1.1 Pakohuoneen hahmottelu	22
5.1.2 Pakohuoneen tehtävien suunnittelu	24
5.2 Pakohuoneen tehtävien kuvaus, järjestäminen ja suorittaminen	28
5.3 Kehittämistuotos 2: Pakohuoneen työohje ja toteuttamista tukevat menetelmät	42
6 Pakohuoneen arviointi	51
6.1 Pakohuoneen toisinnettavuus	51
6.2 Minäpystyvyys.....	52
6.3 Opetussuunnitelman perusteiden mukaiset kehittämistavoitteet	53
7 Johtopäätökset ja pohdinta.....	54
Lähteet	56

Liitteet..... 60

1 Johdanto

Pakohuoneiden käyttö kemian opetuksessa on varsin uusi ajatus. Pakohuoneiden käytöstä kemian opetuksessa ei juurikaan ole tehty laajaa tieteellistä tutkimusta mutta pakohuoneiden käyttöä on Suomessa tutkittu ainakin parina kurssityötasoisena kokeiluna (Arppe, 2018; Koivusalo ym., 2019). Pakohuoneiden käyttö opetuksessa on noussut opetuksentutkimuksen kiinnostuksen kohteeksi vasta 2010-luvun loppupuolella. Etenkin hoiva-alalla pakohuoneiden käyttöä opetuksessa on tutkittu tutkimuskohteen nuoruuden huomioon otettuna paljonkin, mutta kemian opetuksen alueella pakohuoneiden käyttöä opetuksessa on tutkittu vain vähän. Peleg ym. (2019) ja Diertrichin (2018) suorittamissa pakohuonetutkimuksissa pakohuoneilla opetuskäytössä havaittiin olevan positiivinen vaikutus oppilaiden motivaatiolle ja tiimityöskentelylle.

Koska pakohuoneista on opetuksessa alettu kiinnostumaan vasta viime vuosien aikana, on pakohuoneiden käyttöä tutkittu tähän mennessä vasta suhteellisen vähän. Pakohuoneiden tuoreus tarjoaa uuden tavan lähestyä laboratoriotyöskentelyn opettamista ja osaamisen testaamista tarinoiden ja ongelmanratkaisun kautta. Pakohuoneet luovat oppilaalle mahdollisuuden itsenäiselle kokeelliselle työskentelylle. Kokeellisessa työskentelyssä onnistuminen on rinnastettavissa Banduran (1997) mukaisille autenttisille onnistumisten kokemuksille (eng. mastery experience), jotka ovat Banduran minäpystyvyysteorian mukaan voimakkaimpia minäpystyvyyden kerryttämiskeinoja (Bandura, 1997). Rinnastettavuutta tukee sekä Banduran kuvaus autenttisista onnistumisten kokemuksista että Turkin yliopistossa vuonna 2010 suoritettu tutkimuksessa havaittu käänteinen korrelaatio minäpystyvyyden ja laboratoriotyötä kohtaan koetun ahdistuksen kanssa (Bandura, 1997; Kurbanoglu & Akim, 2010).

Useiden eri tutkimusten mukaan oppilaiden minäpystyvyyden kehittäminen on tärkeää. Vuonna 2010 Turkin yliopiston suorittamassa tutkimuksessa havaittiin, että oppilaiden minäpystyvyydellä on käänteinen suhde oppilaiden kokeman kemian laboratoriotyötä koskevan ahdistuksen kanssa. Samassa tutkimuksessa havaittiin myös, että minäpystyvyydellä on myös keskivahva positiivinen vaikutus oppilaiden asenteisiin kemiaa kohtaan, jolla oli vastavuoroin myös käänteinen vaikutus oppilaiden kokemaan kemian laboratoriotyötä koskevaan ahdistukseen. (Kurbanoglu & Akim, 2010). Lisäksi vuonna 2004

Saltan ja Tzougrakin Kreikassa 11. vuoden (Vastaa suomessa 2. lukio vuotta) n. 500 opiskelijalle suoritetussa kyselytutkimuksessa havaittiin keskivahva korrelaatio saavutuksilla ja positiivisella vaikeuteen suhtautumisella (Salta & Tzougraki, 2004). Tutkimustiedon pohjalta on selvää, että minäpystyvyydellä on erittäin tärkeä rooli oppilaan kemian opiskelussa.

Tässä pro gradu -työssä tavoitteeksi valittiin minäpystyvyyttä kehittävän pakohuonemuotoisen laboratoriotyötehtäväpaketin kehittämisen. Tutkimusstrategiaksi, jolla tätä kokonaisuutta lähdettiin tavoittelemaan, valittiin kehittämistutkimus. Valintaa motivoi kehittämistutkimuksen monivaiheinen ja syklinen luonne, joka antaa mahdollisuuden samanaikaisesti tutkia sekä itse kehittämisprosessia ja kehittämistuotetta että ongelmaa, johon kehittämistuotos voi toimia ratkaisuna (Edelson, 2002).

Koska pakohuoneet ovat mahdollisia väyliä minäpystyvyyttä kerryttävälle autenttisille onnistumisten kokemuksille ja pakohuoneiden minäpystyvyytsvaikutusta ei ole tutkittu, tässä kehittämistutkimuksessa ensimmäisenä tavoitteena on tutkia pakohuoneiden vaikutusta kemian opetuksessa oppilaiden minäpystyvyydelle. Kehittämistutkimuksen toisena tavoitteena minäpystyvyytsvaikutuksen tutkimisen lisäksi on myös kehittää helposti toisinnettavissa oleva pakohuone tehtäväpaketti, jonka tarkoituksena on kehittää opiskelijoiden minäpystyvyyttä. Pakohuoneen on tarkoitus edistää perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden kappaleen 4.3 *Oppimisympäristöt ja työtavat* tavoitteiden mukaisesti oppimisympäristöjen ja työtapojen kehitystä (Opetushallitus, 2014).

2 Kehittämistutkimus

Tässä luvussa esitellään kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä ja tarkastellaan kehittämistutkimuksen rakennetta ja sitä, miten kehittämistutkimusta käytännössä toteutetaan. Lisäksi luvussa käydään läpi tämän kehittämistutkimuksen tutkimuskysymykset ja rakenne.

2.1 Menetelmän esittely

Kehittämistutkimus on opetuslalla suhteellisen nuori tutkimusstrategia, joka on saanut alkunsa 90-luvulla 'design experiment' nimen alla. Kehittämistutkimus on opetuslalla syntynyt tarpeesta tuottaa suoraan opetusta edistävää käytännönläheistä tietoa. (Pernaa, 2013) Malleja kehittämistutkimukselle on useita, joista tähän kehittämistutkimukseen hyödynnettäväksi malliksi on otettu Edelsonin kolmiosainen kehittämistutkimuksen prosessi.

Kehittämistutkimus on Edelsonin mukaan aina kolmeosainen prosessi:

Kehittämisprosessi

Kehittämisprosessi määrittelee kehittämistutkimukseen osallistujat ja tutkimuksen toimintatavat. Jokaisen kehittämistutkimuksen ainutlaatuisuuden vuoksi kehittämisprosessit ovat kunkin tutkimusongelman tutkimiseen erikoistuneita. (Edelson, 2002)

Ongelma-analyysi

Ongelma-analyysi erittelee tarpeen, johon kehittämistutkimuksen tuotos voi vastata, sekä haasteet ja rajoitteet, jotka ovat kehittämistutkimuksen kannalta olennaisia. (Edelson, 2002)

Kehittämistuotos

Kehittämistuotos kuvaa valmista kehittämistutkimuksen tuloksena olevaa valmista tuotosta, joka on tulosta tutkijan yrityksestä vastata ongelma-analyysin aikana nousseisiin tarpeisiin haasteiden ja rajoitteiden varjossa. (Edelson, 2002)

Kehittämisprosessi on syklinen, jossa yksi sykli alkaa aina ongelma-analyysillä, jonka avulla saadaan selvyys kehittämismahdollisuuksista jonkin aidon ongelman ratkaisemiseen, sekä siihen liittyvistä haasteista ja rajoitteista. Näiden haasteiden ja rajoitteiden varassa pystytään muodostamaan kehittämissuunnitelma. Kehittäminen toteutuu käytännössä suunnitelman testaamisena, testauksesta saatujen tuloksien arvioinnilla ja suunnitelman jatkokehittämisellä testauksesta saatujen tulosten avulla. (Pernaa, 2013)

Kehittämistutkimusta on kritisoitu muun muassa metodologisen koherenssin puutteesta. Oppimis- ja ihmisen kehitys -tieteiden professori Philip Bell kritisoi kehittämistutkimusta opettamisen tutkimuksessa siitä, että eri aikaskaaloilla tapahtuvien ja eri ilmiöihin kohdistuvien kehittämistutkimusten välillä ei ole yhtenäistä metodologiaa. (Bell, 2004) Metodologian lisäksi myös kehittämistutkimus on saanut kritiikkiä etenkin opetuslallalla myös kehittämistutkimusten tulosten skaalauksesta oikeisiin opetustilanteisiin johtuvista ongelmista. Opettajat joutuvat usein poikkeamaan kehittämistutkimuksen tuottamista toimintamalleista, mikä voi viitata siihen, että opettajat eivät joko ymmärrä toimintamallin tavoitteita tai ovat eri mieltä syntyneiden toimintatapojen hyödyllisyydestä tai käyttöönottavuudesta. (Bielaczyc, 2013)

2.2. Tutkimuskysymykset

Tutkimuskysymykset

1. Mitä on otettava huomioon, kun suunnitellaan kouluissa toisinnettavissa olevaa kemianpakohuonetta?
2. Miten pakohuoneen suorittaminen vaikuttaa oppilaiden minäpystyvyyteen?
3. Millaiset laboratoriottehtävät soveltuvat yläkouluissa toteutettavaan pakohuoneeseen?

Ensimmäinen tutkimuskysymys valittiin, koska tavoitteena on kehittämistuotokseksi luoda valmis pakohuonepaketti, joka on helposti kouluissa toisinnettavissa. Täten on hyödyllistä kerätä tietoa siitä, mitä mahdollisia rajoitteita on otettava huomioon, jotta pakohuoneen toisinnettavuus on mahdollista kouluissa. Ensimmäinen tutkimuskysymys asettuu Edelsonin mallissa ongelma-analyysivaiheen tutkimuskysymykseksi, sillä vastaamalla tähän tutkimuskysymykseen saadaan selville, mitä rajoitteita pakohuoneen kehittämisessä on, kun suunnitellaan aidosti toisinnettavissa olevaa pakohuonetta.

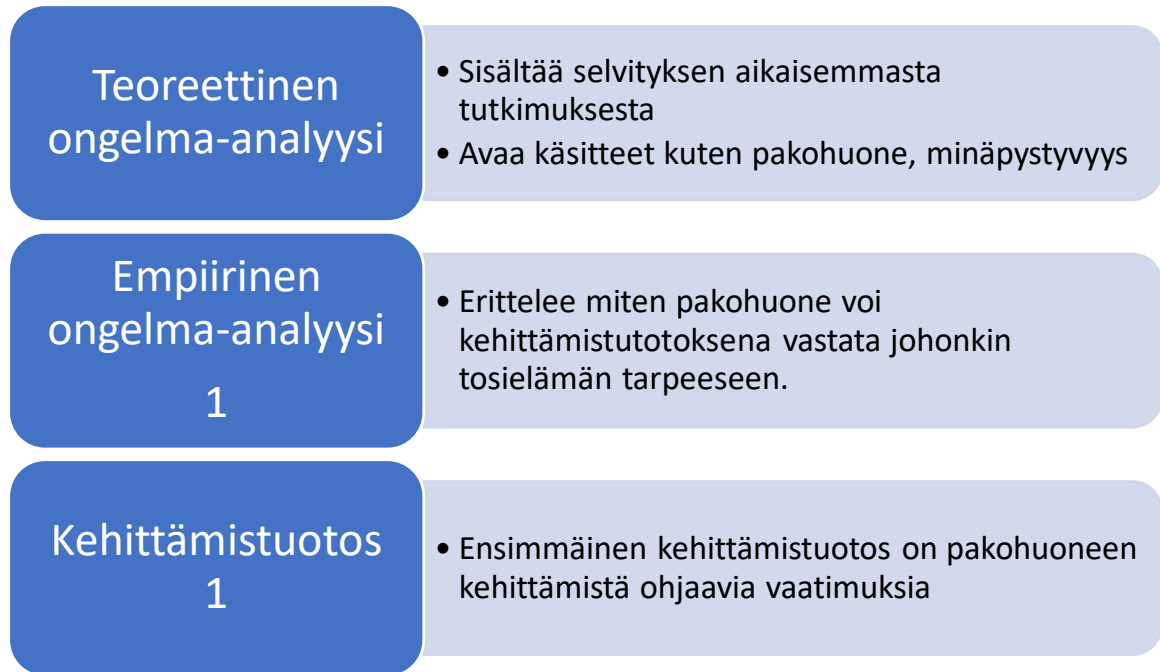
Toinen tutkimuskysymys valittiin, koska toisinnettavuuden lisäksi tavoitteena on tutkia, millainen vaikutus pakohuoneen suorittamisella on oppilaan minäpystyvyydelle. Koronaviruspandemian aiheuttamien tutkimusrajoitteiden takia, minäpystyvyyden vaikutus arvioidaan teoreettisesti. Tutkimuskysymys asettuu Edelsonin mallissa kehittämistuotostavaiheeseen, koska kysymykseen vastaaminen vaatii valmiin kehittämistuotoksen analysointia.

Kolmas kysymys valittiin, koska on hyödyllistä selvittää millaiset tehtävät soveltuvat kouluissa toteutettavaan pakohuoneeseen, jotta pakohuoneiden jatkokehittäminen olisi helpompaa. Tämä tutkimuskysymys asettuu Edelsonin mallissa kehittämisprosessi vaiheen tutkimuskysymykseksi, sillä kysymyksen vastaaminen määrittelee millaisia pakohuoneita yläkouluryhmille voi suunnitella.

2.3. Kehittämistutkimuksen rakenne

Tämä kehittämistutkimus muodostuu kahdesta syklistä:

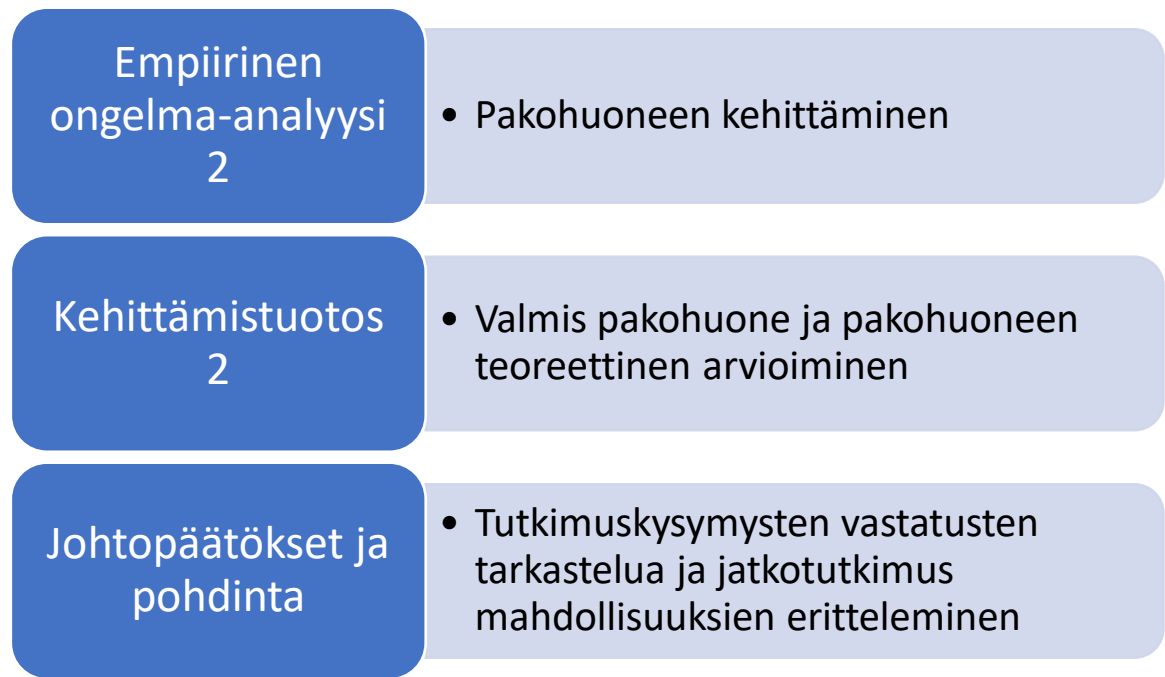
Ensimmäinen kehittämissykli:



Kaavio 1 Ensimmäisen kehittämissyklin rakenne

Tämän pro gradu -työn kehittämistutkimuksen ensimmäisen kehittämiskylin tavoitteena on luoda pakohuoneiden kehittämistä ohjaava toimintamalli. Kehittämissykli aloitetaan teoreettisella ongelma-analyysillä, jonka tarkoituksena on selvittää pakohuoneiden opetuskäytöntutkimuksen tila ja teoreettinen tausta. Lisäksi teoreettisen ongelma-analyysin toinen tavoite on selventää tälle kehittämistutkimukselle tärkeitä termejä kuten minäpystyvyys, pakohuone ja pelillistäminen. Empiirisen ongelma-analyysin kohdalle pyritään selvittämään miten pakohuone voi valmiina kehittämistuotoksena vastata johonkin tosielämän tarpeeseen. Yhdessä teoreettisen ja empiirisen ongelma-analyysin kanssa muodostetaan pakohuoneen kehittämistä ohjaava toimintamalli.

Toinen kehittämissykli:



Kaavio 2 Toisen kehittämissyklin rakenne

Pro gradu -työn kehittämistutkimuksen toisen kehittämissyklin tarkoituksena on lähteä kehittämään edellisen kehittämissyklin kehittämistuotoksen pohjalta minäpystyvyyttä tukevaa ja helposti toisinnettavissa olevaa pakohuonetta. Empiirinen ongelma-analyysi vaiheessa keskitytään kehittämään pakohuonetta tiettyjen parametrien mukaisesti, jotta pakohuoneesta tulisi mahdollisimman hyvin minäpystyvyyttä tukeva ja helposti toisinnettava. Kehittämistuotos vaiheessa esitellään valmis pakohuone ja se arvioidaan teoreettisella tasolla. Johtopäätökset ja pohdinta vaiheessa tarkastellaan, miten kehittämistutkimuksen aikana on saatu vastauksia kehittämistutkimuksen tutkimuskysymyksiin. Lisäksi pohditaan jatkotutkimusmahdollisuuksia.

3 Kehittämissykli 1

Ensimmäinen kehittämissykli koostuu sekä teoreettisesta, että empiirisestä ongelmana-analyysistä. Teoreettisen ongelma-analyysin tarkoituksena on selvittää aikaisempaa tutkimusta koskien pakohuoneiden käyttöä opetuksessa, selittää tärkeitä termejä. Empiirisessä ongelma-analyysissä tarkoituksena on selvittää miten opetustarkoitukseen suunniteltu pakohuone voi vastata tosielämän tarpeeseen. Ensimmäisen kehittämissyklin tuotoksena on kooste pakohuoneen mahdollisuuksista ja rajoitteista opetuksessa, ja kuinka ko. mahdollisuudet ja rajoitteet tulee ottaa huomioon pakohuoneen suunnittelussa.

3.1 Teoreettinen ongelma-analyysi

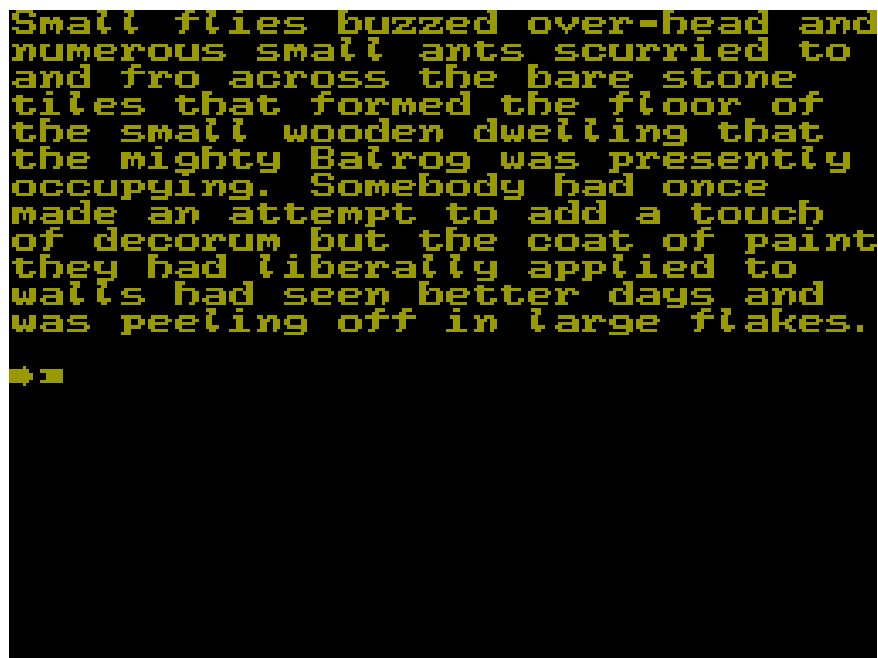
Tässä luvussa keskitytään tarkastelemaan aikaisempaa tutkimusta aiheesta. Lisäksi määritellään tutkimuksessa käytettyä termistöä.

3.1.1 Pakohuone

Pakohuoneet ovat pelejä, joissa pelaajan tai pelaajien tehtävänä on etsiä lavastetuista huoneesta tai huoneista vihjeitä ja ratkaista vihjeiden pohjalta huoneeseen asetettuja pulmia. Pakohuoneiden lopullisena tavoitteena on yleensä paeta huoneesta. Pakohuoneet ovat yleensä tiimipelejä. (Nicholson, 2015)

Alunperin pakohuoneet ovat saaneet alkunsa tekstipohjaisina videopeleinä, joista aikaisimpia ovat 1980-luvun erilaiset tekstipohjaiset videopelit (Nicholson, 2015) kuten *behind closed doors* (kuva 1). Peleissä edettiin kirjoittamalla pelin konsoliin tekstikomentoja, jotka muodostuivat verbeistä, kuten look (katso), pick up (nosta), ja use (käytä), yhdistettynä objektien kanssa. Esimerkkejä tekstikomennoista on muun muassa: "Pick up key" ja "Use key on door". Pakohuonepelit ovat säilyneet nykypäivään asti pienen markkinaosuuden peligenrenä, joista nykypäivän esimerkkejä ovat kulttipeleiksi luonnehditut *rusty lake* ja *Zero Escape* pelisarjojen pelit. Taustatarinat ovat tärkeitä pakohuoneiden luonnissa, sillä ne muodostavat pakohuoneen teeman. Pakohuoneet usein edustavat erilaisia mielenkiintoisia

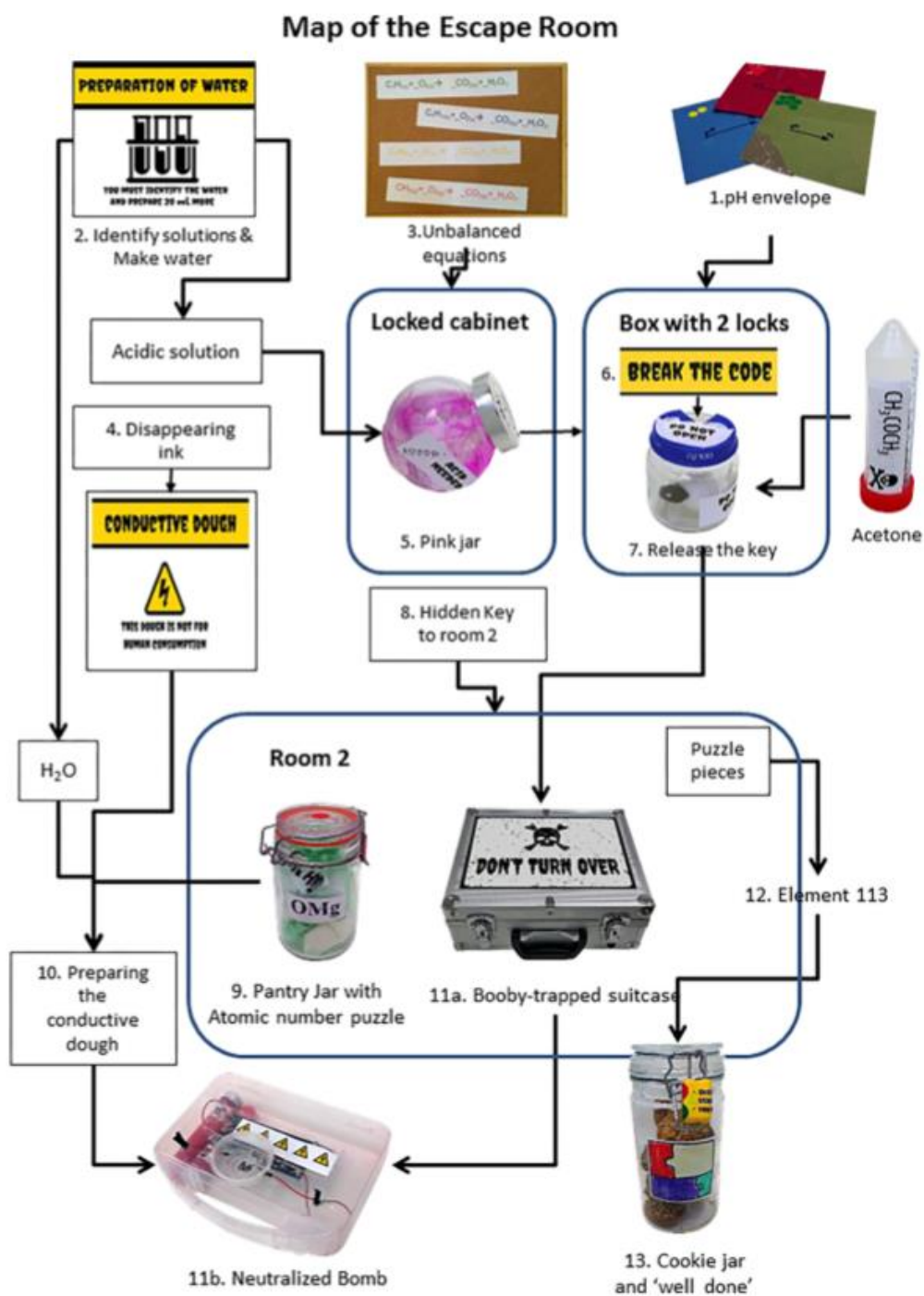
ympäristöjä, kuten hylätyt tehdasrakennus, lännenelokuvamainen baari ja entinen sotilastukikohta (Nicholson, 2015).



Kuva 1 Kuva behind closed doors pelin käyttöliittymästä

Pakohuoneiden alkuperäksi on myös ehdotettu interaktiivista teatteria, jossa esityksen katsojia osallistetaan esitykseen muun muassa antamalla heille mahdollisuus liikkua lavasteiden lomassa ja puhua lyhyesti näyttelijöiden kanssa (Suellentrop, 2014). Tämä alkuperä on kuitenkin ontuva, sillä interaktiivisen teatterin ja nykypäivän viihteeksi tarkoitettujen pakohuoneiden väliset yhtäläisyydet rajoittuvat vain lähinnä rekvisiittaan ja tarinoiden käyttöön, mikä tekee pakohuoneiden ja interaktiivisen teatterin välisen linkin häilyväksi.

Pakohuoneiden tehtäväsarjat on usein suunniteltu siten, että tehtävien ratkonnan voi aloittaa joko vain yhdestä tai useammasta tehtävästä ja tehtävien suorittaminen antaa joko vihjeitä seuraavalle tehtävälle tai puuttuvan esineen kuten avaimen. Hyvä esimerkki etenemiskaaviosta on Pelegin ja kollegoiden suunnitteleman 'chemical escape room' pakohuoneen kartta. (kuva 2)



Kuva 2 Chemical escape room kartta (Peleg ym., 2019)

3.1.2 Aikaisempi tutkimus

Pakohuoneiden käyttö kemian opetuksessa on varsin uusi ajatus. Tätä puoltaa se, että monet tutkimukset aiheesta ovat viimeisen kolmen vuoden ajalta. Suurin osa aikaisemmasta tutkimuksesta on suunniteltu ja testattu yliopistotasoisissa oppimisympäristöissä ja etenkin perusopetuksen puolella pakohuoneiden hyödyntäminen on tähän mennessä ollut suhteellisen vähäistä

Ferreiro-González ja kollegat (Ferreiro-González ym., 2019) tutkivat pakohuoneiden käyttöä korkeakouluopiskelijoiden analyyttisten kemian taitojen arvioinnissa. Opiskelijoiden tehtävänä oli toimia rikostutkijan roolissa ja selvittää hypoteettinen rikos hyödyntämällä analyyttisen kemian menetelmiä. Tutkimuksessa havaittiin, että pakohuone voi auttaa opiskelijoita sisäistämään opittavia konsepteja. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että tehtävien avoimuudella oli positiivinen vaikutus opiskelijoiden analyyttisiin taitoihin. (Ferreiro-González ym., 2019)

Peleg ym. (2019) kehittivät pomminpurkamiseen pohjautuvan kemiapakohuoneen, jota on tähän mennessä soveltanut ainakin 350 kemian opettajaa. Kehitysprojektin tarkoituksena oli kehittää pakohuone, joka on helppo ja halpa koota ja suorittaa. Pakohuoneen kohderyhmänä olivat Israelin 11. ja 12. koulutusasteen opiskelijat, joka Suomessa vastaa lukion 2. ja 3. vuotta. Mielipidekyselyjen pohjalta projektissa havaittiin, että opiskelijat kokivat, että kemian osaamisensa ja tiimityö auttoivat heitä onnistumaan. (Peleg ym., 2019)

Dietrichin 40 oppilaalle ja vapaaehtoiselle suoritettussa pakohuonetutkimuksessa saatiin myös vastaavia tuloksia. Kokeiluun osallistuneista oppilaista 93% koki, että pakohuone toimii hyvänä motivaattorina opetuksessa. Huomioitavaa tutkimuksessa kuitenkin oli sen suhteellisen pieni otanta. (Dietrich, 2018)

Alueet, joilla pakohuoneiden käyttöä on tutkittu paljon suhteessa muihin, ovat lääketieteen ja hoitoalan koulutuksen opetus. Koska edellä mainituilta aloilta tutkimusta on paljon, tutkimusten hyödyntäminen pakohuoneiden rajoitteita ja mahdollisuuksia arvioidessa on erittäin hyödyllistä.

Eukelin Frenzelin ja Cernuscan (Eukel ym., 2017) farmasian opiskelijoille suunnitellun pakohuoneen testaamisessa pakohuone osoittautui hyödylliseksi opetusmetodiksi ja opiskelijat suhtautuivat pakohuoneeseen oppimistapana positiivisesti. Pakohuoneen kokeiluun osallistuneiden ja mielipidekyselyyn vastanneiden (n=79) vastauksien keskiarvo 5-portaisella likert-asteikolla, jossa 1=täysin eri mieltä 5=täysin samaa mieltä, oli 4,1.

3.1.3 Pelillistämisen

Huotari ja Hamari (2012) kiteyttivät pelillistämisen vuoden 2012 '16th Academic Mindtrek' konferenssissa seuraavasti: prosessi, joka parantaa tuotetta tai palvelua lisäämällä pelien tapaisia kokemuksia. Esimerkeiksi pelillistämislle he antoivat muun muassa: täyttyvä edistymispalkki LinkedIn profiilia täyttäessä ja leimakuponki pesulassa. Molemmat esimerkit pyrkivät luomaan edistymisen illuusiosta johtuvaa psykologista vinoumaa. (Huotari & Hamari, 2012)

Pelillistämisellä on havaittu vuonna 2014 julkaistun kirjallisuuskatsauksen (Nah, ym. 2014) mukaan olevan yleisesti ottaen positiivinen vaikutus motivaation, vaikkakin aiheen tuoreudesta johtuvan tutkimusmetodien, ja motivointimahdollisuuksien vaihtelevuuden takia formaalia meta-analyysia ei kirjallisuuskatsauksessa voitu suorittaa. (Hamari ym., 2014)

Vuoden 2014 kirjallisuuskatsauksessa pelillistämisen käytöstä opetuksessa havaittiin kahdeksan eri pelisuunnittelun metodia, joita opetuksessa käytetään:

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. Pisteet | 5. Palkinnot |
| 2. Tasot | 6. Edistymispalkit |
| 3. Ansiomerkit | 7. Tarinat |
| 4. Tulostaulukot | 8. Palaute |

Pakohuoneissa pelillistäminen esiintyy etenkin tarinoiden ja palkintojen käytössä sekä epäsuorasti edistymispalkeissa. Pakohuoneilla on aina taustatarina, joka voi olla oleellinen vinkki pakohuoneen tarjoamien pulmien ratkontaan tai vain selitys sille, miksi pakohuone

on rakennettu milloinkin minkäkin näköiseksi. Tarinat motivoivat osallistujia suorittajia. Palkinnot ovat usein läsnä pakohuoneissa ylimääräisenä motivaattorina suorittaa pakohuone loppuun asti.

Vaikkakin pakohuoneet ovat opetuksessa ei-digitaalisia oppimisympäristöjä, pakohuoneessa eteneminen on kuitenkin selvästi esillä lukkojen avaamisen ja pulmien onnistuneiden ratkaisujen muodossa. Useissa pakohuoneissa myös lopputehtävä on alusta lähtien esillä ja sen ratkaisemiseen vaadittavat tavarat ja vihjeet puuttuvat. Pakohuoneissa voi myös joskus olla harhaanjohtamisen vuoksi asetettu esineitä, jotta pakohuoneessa tehtävien etenemisjärjestys ei olisi täysin ilmiselvää.

3.1.4 Minäpystyvyys

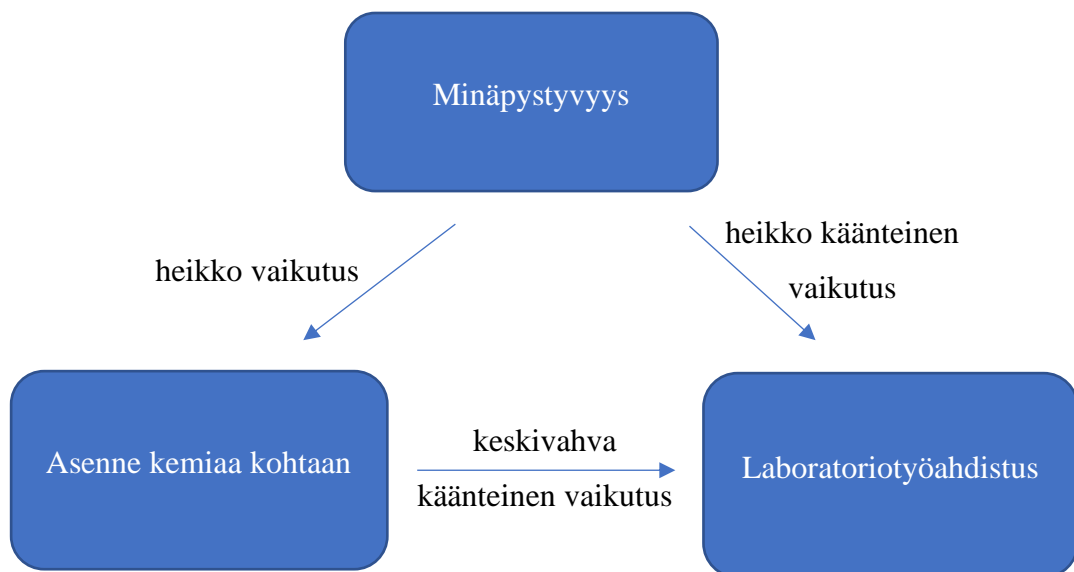
Kirjassaan ”Self-efficacy: the exercise of control” psykologi Albert Bandura määrittelee minäpystyvyyden (self-efficacy) yksilön omaksi arvioksi siitä, kuinka hyvin yksilö uskoo pystyvänsä suoriutumaan mahdollisista haasteista. Banduran mukaan usko omiin taitoihin eli minäpystyvyys kehittyy parhaiten autenttisten onnistumisten kokemusten myötä (eng. mastery experiences). (Bandura, 1997)

Minäpystyvyyteen vaikuttavat myös vertaisten havaittu kyky suoriutua tehtävistä. Esimerkiksi, jos oppilas havaitsee toisen oppilaan, jonka kokee vertaisekseen, suoriutuvan jostakin tehtävässä helposti, havainto voi vaikuttaa positiivisesti oppilaan minäpystyvyyteen. Tällaisen toisen suoritukseen perustuvan minäpystyvyyden kerryttämisen vaikutus on kuitenkin varsinaisiin autenttisiin onnistumisen kokemuksiin heikkoa etenkin, mikäli havainnon jälkeinen suoritus ei tuota tulosta tai epäonnistuu. Myös rohkaisemisella voi olla positiivinen vaikutus minäpystyvyyteen, mikäli rohkaisun jälkeinen suoritus onnistuu hyvin. Jos suoritus epäonnistuu rohkaisun vaikutus voi jäädä vain hetkelliseksi tai vaikutus voi olla päinvastainen ja vahvistaa negatiivista suhtautumista suoritukseen. (Urden & Pajares, 2006)

Kehon fysiologisella tilalla on myös vaikutus minäpystyvyyden tunteeseen. Hermostumiseen ja huoleen liittyvät ilmiöt, kuten korkea syke ja hikoilu viestivät pelosta tai ahdistuksesta, ja voivat vaikuttaa minäpystyvyyteen negatiivisesti. Päinvastoin matala syke

ja muut normaalin tilan fysiologiset indikaattorit tukevat minäpystyvyyden tunnetta. (Urđan & Pajares, 2006)

Turkin yliopistossa suoritettun tutkimuksen mukaan minäpystyvyydellä on käänteinen vaikutus opiskelijoiden kokemaan laboratoriotöitä koskevaan ahdistuksen tunteeseen kahden eri polun kautta. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään opiskelijoiden minäpystyvyyden, asenteen kemialla kohtaan ja laboratoriotöitä kohtaan koettun ahdistuksen välistä yhteyttä. Tutkimuksessa havaittiin, että minäpystyvyydellä on heikko käänteinen vaikutus opiskelijoiden kokemaan ahdistukseen. Tutkimuksessa minäpystyvyyden ja laboratoriotyöahdistuksen välillä havaittiin myös toinen epäsuora vaikutuspolku. Minäpystyvyyden havaittiin korreloivan keskivahvasti opiskelijoiden asenteen kanssa kemialla kohtaan. Asenteella kemialla kohtaan oli myös käänteinen vaikutus laboratoriotyöahdistuksen kanssa. (Kurbanoglu & Akim, 2010)



Kaavio 3: Minäpystyvyyden, kemian asenteen ja laboratoriotyöahdistuksen välinen suhde (Kurbanoglu & Akim, 2010)

Minäpystyvyyden vaikutusta suoriutumiseen kouluikäisten kohdalla on tutkittu muun muassa Serbiassa, jossa kolmannen luokan oppilaille tehdyn tutkimuksen pohjalta havaittiin, että minäpystyvyydellä oli tilatistisesti merkittävä positiivinen osittaisvaikutus oppilaiden suoriutumiseen kemiassa (Stanislava Olić, Jasna Adamov, Snežana Babić Kekez, 2014). Lasten usko omaan akateemiseen pystyvyyteensä on havaittu vaikuttavan positiivisesti lasten opillisiin saavutuksiin ja käänteisesti ahdistuksen ja syyllisyyden sekä masennuksen

tunteisiin. Perheen sosioekonomisella statuksella ei havaittu olevan suoraa yhteyttä lapsen saavutuksiin. Vanhempien akateemisen minäpystyvyyden havaittiin vaikuttavan lapsien akateemisiin saavutuksiin, mutta mitään suoraa linkkiä vanhempien vaikuttamisella lapsen akateemisiin aktiviteetteihin ja lapsen akateemisten saavutusten välillä ei havaittu. Bandura ja Barbanelli oletivat tämän johtuvan vanhempien haluttomuudesta puuttua koulujen toimintaan. (Bandura & Barbaranelli, 1996)

Yliopisto-opetuksen tasolla kemian minäpystyvyyden on havaittu korreloivan tenttitulosten kanssa. Winkelmannin ja kollegoiden suorittamassa haastattelututkimuksessa havaittiin, että ne, jotka suoriutuivat tenteistä parhaiten, omasivat paremman minäpystyvyyden tunteen kuin tenteistä huonommin suoriutuneet (Winkelmann ym., 2015). Minäpystyvyyden pitkälle kantautuvien vaikutusten puolesta puhuu muun muassa Saltan ja kollegoiden Kreikan 11. luokkalaisten haastattelututkimus. Haastatteluiden pohjalta minäpystyvyyden havaittiin olevan vaikuttava tekijä opiskelijoiden valinnassa suuntautua kemian alalle jatko-opinnoissaan ja uravalinnoissaan (Salta & Tzougraki, 2004).

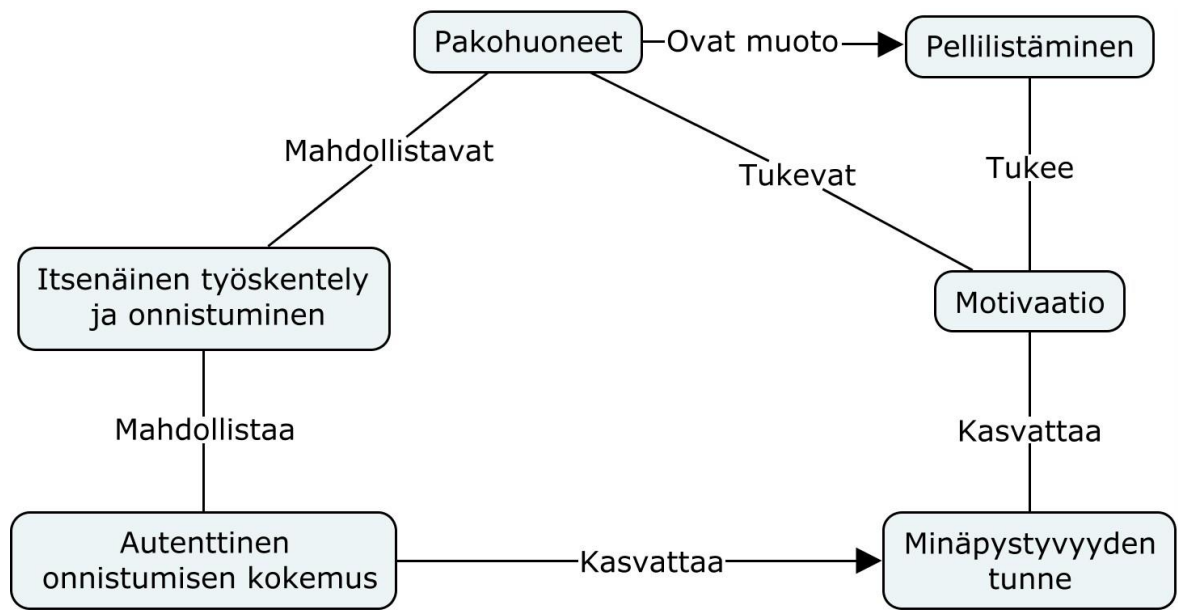
Banduran minäpystyvyysteoriaa on kritisoitu muun muassa siitä, että tutkittaessa minäpystyvyyttä ympäristön vaikutus usein unohdetaan. Vaikka positiivinen asenne haastetta kohti ja minäpystyvyyden tunne korreloivat toistensa kanssa, se ei kuitenkaan tarkoita, että parantamalla minäpystyvyyden tunnetta voidaan parantaa suhtautumista haasteisiin. Sekä suhtautuminen haasteisiin että minäpystyvyyden tunne ovat molemmat aikaisempien kokemusten tulosta. (Biglan, 1987)

3.1.5 Yhteenveto

Koska pakohuoneet antavat suorittajilleen mahdollisuuden lähestyä ongelmaa suljetussa ja tarkalleen suunnitellussa ympäristössä, jossa suorittaja voi olla varma, että hänellä on saatavilla kaikki, mitä suorittaja tarvitsee selvittääkseen pakohuoneen haasteista, voi suorittaja keskittyä yksinomaan haasteiden ratkaisemiseen. Tällöin suorittajan ei tarvitse kuluttaa aikaa valmistelujen tekemiseen. Opetuksessa tämä kynnyksen madaltaminen voi mahdollisesti olla apuna motivoimaan oppilasta tarttumaan tehtäviin. Opetuskäytössä pakohuone voi siis jo pelkästään asettelun avulla auttaa suorittajia kerryttämään minäpystyvyyden tunnetta takaamalla heille, että pakohuone on ratkaistavissa ilman ulkoista apua. Pakohuoneen itsenäinen tai pienryhmissä suorittaminen antaa myös mahdollisuuden suorittajille onnistua ja olla onnistumisissaan varma siitä, että he olivat yksin vastuussa pakohuoneessa suoriutumisesta täten luoden mahdollisuuden autenttisille onnistumisten kokemuksille, jotka Banduran mukaan ovat tärkeitä minäpystyvyyden kehittämisessä (Bandura, 1997).

Koska pakohuoneet ovat yhdistelmä tarinan kerrontaa, pulman ratkontaa, etenemisen seurantaa ja mahdollisesti myös palkintojen käyttöä, pakohuoneista on mahdollisuutta puhua myös yhtenä pelillistämisen muotona. Pelillistämisen ja pakohuoneiden välisestä yhteydestä puhuu pakohuoneiden selkeä historiallinen linkki videopeleihin, joista pakohuoneet saivat alkunsa siinä muodossa, missä ne nykypäivän ovat. Koska pelillistämällä on havaittu olevan positiivinen vaikutus motivaatioon (Nah ym., 2014), on mahdollista, että pakohuoneilla on positiivinen vaikutus myös motivaatioon. Tätä positiivista vaikutusta puoltaa Dietrichin tutkimus pakohuoneiden käytöstä, jossa havaittiin että pakohuoneet toimivat hyvänä motivaattorina (Dietrich, 2018).

Vuoden 2004 Koreassa suoritettussa noin 400 koehenkilön tutkimuksessa tutkittiin muun muassa motivaation ja minäpystyvyyden välistä korrelaatiota. Tutkimuksessa havaittiin, että motivaatio ja minäpystyvyys korreloivat keskivahvasti (Bong, 2004). Pakohuoneiden mahdollisuus toimia myös motivaation tukijana saattaa vahvistaa pakohuoneiden kykyä toimia minäpystyvyyden tukijana.



Kaavio 4 Pakohuoneiden, pelillistämisen ja minäpystyvyyden välinen vaikutussuhde

3.2 Empiirinen ongelma-analyysi

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa luvussa on 4.3 *Oppimisympäristöt ja työtavat* on rajattu tarve oppimisympäristöjen kehittämiseksi. Oppimisympäristöjen kehittämisen tavoitteeksi on asetettu muun muassa sellaisten oppimisympäristöjen luominen siten, että ne antavat mahdollisuuden luoviin ratkaisuihin ja uusiin tapoihin tarkastella ja tutkia opetettavaa asiaa. Mahdollisuus itsenäiselle opetukselle rajattiin myös yhdeksi oppimisympäristöjen kehittämistavoitteista. Pakohuone voi olla hyvinkin sopiva uusi ratkaisu tähän opetussuunnitelman rajaamaan kehittämistarpeeseen. Pakohuoneet antavat mahdollisuuden uudelle tavalle lähestyä uutta opetettavaa asiaa tai vahvistaa oppilaiden uskoa omiin kykyihinsä. Lisäksi hyvin suunniteltu pakohuone antaa mahdollisuuden oppilaalle lähestyä pakohuoneen ongelmia täysin itsenäisesti.

Oppilaiden kemian taitoja koskevan minäpystyvyyden edistämiseksi on tarpeellista kehittää uusia opetusmenetelmiä ja -tapoja, jotka antavat oppilaille mahdollisuuksia kokea Banduran määritelmän mukaisia autenttisia onnistumisen kokemuksia, jotka ovat Banduran mukaan tärkeitä kehittämään oppilaiden minäpystyvyyttä. (Bandura 1997). Pakohuoneiden käyttö on mahdollisesti tähän tarpeeseen soveltuva opetusmenetelmä. Aikaisemman tutkimuksen mukaan pakohuoneilla on positiivinen vaikutus ainakin motivaatioon. Pakohuoneen suorittaminen voidaan myös nähdä autenttisena onnistumisena, jolla voi olla positiivinen vaikutus suorittajan minäpystyvyydelle.

Jos pakohuonetta on suorittamassa saman aikaisesti monta eri ryhmää, joilla kaikilla on samat tehtävät, niin myös muiden suorittajaryhmien onnistumisten havaitseminen voi vaikuttaa positiivisesti suorittajan hetkelliseen minäpystyvyyden tunteeseen. (Urda & Pajares, 2006)

4 Kehittämistuotos 1: Pakohuoneiden suunnittelu opetustarkoitukseen

Aikaisempi tutkimus pakohuoneiden käytössä on vähäistä ja otannat ovat olleet yleensä pieniä, mutta pakohuoneiden käytön mahdollisuuksiksi on ainakin havaittua muun muassa:

- Analyttisten taitojen kehittyminen (Ferreiro-González ym., 2019)
- Oppilaiden ja opiskelijoiden positiivinen suhtautuminen tehtäviin (Dietrich, 2018; Eukel ym., 2017)
- Kemian osaamisen ja tiimityön kautta tuleva onnistumisen tunne (Peleg ym., 2019)

Pakohuoneiden käyttö opetuksessa voidaan nähdä pelillistämisenä, sillä pakohuoneiden historia on voimakkaasti sidoksissa peleihin. Pakohuoneille ominainen johdonmukainen eteneminen ratkottavasta pulmasta toiseen hallitussa tilassa, jossa suorittaja voi olla varma siitä, että kaikki mitä hän tarvitse pakohuoneesta selviytymiseen on saatavilla pakohuoneen sisällä. Täten pakohuoneet ovat verrattavissa muun muassa pulmanratkonta-videopeleihin. Pelillistämällä on havaittu olevan positiivinen vaikutus oppilaiden motivaatioon (Nah ym., 2014). Täten pakohuoneet ovat mahdollinen keino motivoida oppilaita kemian oppimiseen.

Pelegin ja kollegojen suorittaman tutkimuksen mukaan pakohuoneilla on mahdollisuus edesauttaa oppilaita kokemaan, että heidän kemian osaamisellaan ja tiimityöllä oli positiivinen vaikutus heidän onnistuneeseen pakohuoneen suorittamiseen (Peleg ym., 2019). Koska pakohuoneilla on siis mahdollisuus tuottaa autenttisia onnistumisen kokemuksia ja Banduran mukaan minäpystyvyyden kehittämiselle on tärkeää juurikin autenttiset onnistumisen kokemukset (Bandura, 1997). Täten pakohuoneet voivat olla hyvinkin tehokkaita minäpystyvyyden kehitysvälineitä.

Jotta pakohuoneen käyttöönotto opetuksessa olisi mahdollisemman helppoa, tulee pakohuone suunnitella niin, että sen toisinnettavuus olisi mahdollisimman helppoa. Tämä tarkoittaa sitä, että pakohuoneessa käytettävä rekvisiitta on helposti kopioitavissa, ja käytetyt reagenssit ja laboratoriotarvikkeet vastaavat mahdollisimman perustavanlaatuisen kemian luokan varustusta. Mikäli pakohuone vaatii esimerkiksi jotain kemian luokkien yleisen varustuksen ulkopuolella olevaa reagenssia, on tärkeää, että kyseinen reagenssi on helposti ja edullisesti hankittavissa.

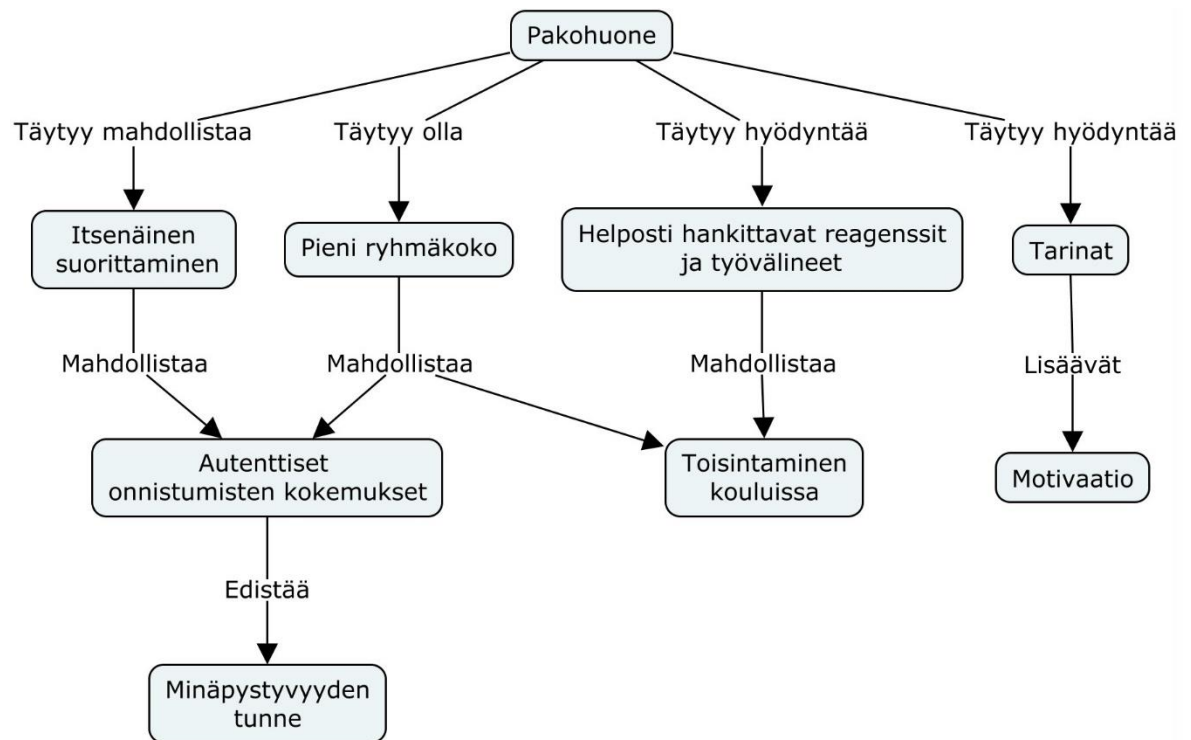
Jotta oppilaat voivat suorittaa työt mahdollisimman omatoimisesti, täten taaten onnistumisten kokemusten autenttisuuden, on työt suunniteltava niin, että vihjeiden antaminen ei ole välttämätöntä. On myös tärkeää, että jonkin mennessä pieleen (esimerkiksi jokin etenemisen kannalta tärkeä koe epäonnistuu) pakohuoneen loppuun suorittaminen on silti mahdollista. Pakohuone tulee siis valmistella niin, että täydellinen epäonnistuminen on mahdotonta tai että pakohuoneen aloittaminen joko osittain tai kokonaan uudestaan on helppoa.

Mikäli tarkoituksena on maksimoida mahdollisuudet autenttisten onnistumisten kokemuksille, on tärkeää, että suoritusryhmät olisivat pieniä, jolloin kaikilla suorittajilla on mahdollisuus osallistua pulmien ratkontaan. Pienet ryhmäkoot helpottavat myös pakohuoneen skaalausta erikokoisille oppilasryhmille ja mahdollistavat pakohuoneen samanaikaisen suorittamisen täten lisäten pakohuoneen toisinnettavuutta.

Tarinoiden käyttö on tärkeää pakohuoneiden suunnittelussa, sillä ne tekevät kokemuksista mieleen painuvampia ja motivoivampia. Tarinoiden käyttö on yksi pelillistämisen muoto (Nah ym., 2014).

Täten pakohuoneen kehittämisessä on otettava huomioon neljä asiaa (kaavio 5):

- Pakohuoneen täytyy olla suoritettavissa itsenäisesti ilman ryhmän ulkopuolista ohjaajaa
- Pakohuonetta suorittaessa ryhmäkoon tulee olla pieni mahdollistaen jokaisen ryhmän jäsenen aidon osallistumisen pakohuoneen suorittamiseen
- Pakohuoneen järjestämiseen vaadittavien reagenssien ja työvälineiden tulee olla helposti hankittavissa
- Pakohuoneen tulee hyödyntää tarinoita, koska tarinoiden käyttö lisää suorittajien motivaatiota



Kaavio 5 Pakohuoneen suunnittelussa huomioon otettavat vaatimukset

5 Kehittämissykli 2

Tässä luvussa keskitytään tarkastelemaan pakohuoneen suunnitteluprosessia ja suunnitellun pakohuoneen arviointia.

5.1 Pakohuoneen suunnittelu

Tässä luvussa keskitytään tarkastelemaan pakohuoneen suunnitteluprosessia vaiheittain. Ensin tarkastellaan pakohuoneen hahmottelua aikaisemman kehityssyklissä luotujen käytänteiden näkökulmasta. Tämän jälkeen tarkastellaan tehtäviä, jotka valittiin osaksi pakohuoneen kokonaisuutta, sekä perusteluja näillä valinnoille. Lopuksi tarkastellaan testausvalmiin pakohuoneen rakennetta ja oheismateriaaleja.

5.1.1 Pakohuoneen hahmottelu

Pakohuoneen suunnittelu lähti käyntiin asettamalla pakohuoneen rakenteelle ja pakohuonetehtäviksi valittavien laboratoriotöille ja muille pulmille, joihin tästä edespäin viitataan pakohuonetehtävinä tai lyhyemmin vain tehtävinä, reunaehtoja.

Ensimmäiseksi päätettiin pakohuoneen kohdeyleisö. Kohdeyleisöksi valittiin peruskoulun yläluokat eli vuosiluokat 7-9. Pakohuoneen rakenteeseen tämä vaikutti siten, että pakohuoneen onnistunut suorittaminen ei voinut vaatia syvällistä kemiallista osaamista juuri laisinkaan. Yläkoulun valinta kohdeyleisöksi mahdollisti pakohuonetehtävien käytön introna jollekin opetettavalle ilmiölle.

Toiseksi pakohuoneen tuli olla helposti toisinnettavissa kouluissa. Tämä tarkoitti käytännössä sitä, että pakohuoneen tehtävien järjestäminen ja/tai suorittaminen ei saa vaatia mitään vaikeasti hankittavissa olevaa tai kallista laitteistoa. Myös rekvisiitan, mikäli se oli pakohuoneen suorittamiselle tai järjestämiselle tärkeää, tuli olla helposti toisinnettavissa. Hyvä esimerkki tällaisesta rekvisiitasta on muun muassa erilaiset tulosteet ja monisteet.

Pakohuonekokonaisuuden suorittamisryhmän kooksi valittiin 2-3 oppilasta, suosien mieluummin kahden kuin kolmen suorittajan ryhmiä. Ryhmäkokoon päädyttiin, kun otettiin huomioon pakohuoneiden ryhmätyöskentelyn positiiviset kokemukset ja Banduran mukaan minäpystyvyyttä kehittävät aidot onnistumisen kokemukset (Bandura, 1997). Pienissä ryhmissä oppilaiden oli mahdollista samanaikaisesti kehittää ryhmätyöskentelytaitojaan ja

osallistua tehtävien suorittamiseen, mikä olisi liian isoissa ryhmissä tai yksilösuorituksina voinut osoittautua vaikeaksi tai mahdottomaksi.

Jotta pakohuone olisi aidosti toisinnettavissa, sen täytyi olla myös helposti skaalattavissa isommille ja pienemmille ryhmille ilman, että pakohuoneen suorittamiskokemus muuttuu merkittävästi. Tämä varmistettiin sillä, että tehtävien valinta- ja suunnitteluvaiheessa pidettiin huolta, että minkään yksittäisen tehtävän valmisteleminen ei olisi liian pitkäkestoinen prosessi, mikä estäisi sen laatimisen useammalle ryhmälle kerralla.

Pienryhmäsuorittaminen tuo mukanaan omia haasteitaan. Perinteisissä pakohuoneissa tilaa on käytettävissä paljon yhdellä ryhmällä. Kokonaiselle tai edes puolikkaalle kemian oppilasryhmälle pakohuoneen järjestäminen yksittäisenä kokonaisuutena kaatuisi nopeasti siihen, että kaikki eivät välttämättä pystyisi kokemaan osallistuneensa pakohuoneen suorittamiseen.

Toissijaiseksi tavoitteeksi suunnitteluprosessin aikana nousi myös pakohuoneen rakenteen suunnitteleminen niin, että sen muokkaaminen eri pituiseksi ja eri töitä sisältäväksi olisi opettajille kouluissa mahdollisimman helppoa. Tämä toteutettiin luomalla ohjeita pakohuonetehtävien etsimiselle, valitsemiselle ja muokkaamiselle. Nämä ohjeet käydään läpi liitteessä (Liite 7).

5.1.2 Pakuhuoneen tehtävien suunnittelu

Tehtävien suunnittelulle asetettiin seuraavia ehtoja:

1. Tehtävä ei voi vaatia merkittävää ennakkotietoa suorittamiseen liittyvästä kemiasta.
2. Tehtävän tulee olla helposti järjestettävissä useammalle ryhmälle kerralla.
3. Tehtävän tulee tuottaa jonkinlainen koodi tai työntuloksen tulee olla helposti muunnettavissa koodiksi.

Ensimmäinen ehto asetettiin, koska pakuhuone on suunnattu 7.-9. luokkalaisille, joten pakuhuone ei voi vaatia mitään merkittävää ennakkotietoa kemian osaamisesta. Ehdon täyttäminen mahdollistaa pakuhuoneen käytön kaikilla luokka- ja osaamisasteilla.

Toinen ehto asetettiin, koska opettajien ja oppilaiden aika kemianluokissa on perusopetuksen oppituntimuotoisen luonteen vuoksi rajallista. Mahdollistamalla kaikkien tehtävien kohdalla samanaikaisen suorittamisen, useamman ryhmän samanaikaisesta pakuhuoneen suorittamisesta tulee mahdollista.

Kolmas ehto asetettiin käytännöllisistä syistä. Jotta pakuhuoneessa eteneminen ennalta suunnittelussa järjestyksessä olisi mahdollista, jokaisen suoritettuna tehtävänä tulee tuottaa jokin vihje tai apuväline, jonka avulla siirtyä seuraavaan tehtävään. Tämä ongelma ratkaistiin suunnittelemalla kaikki pakuhuone tehtävät siten, että jokainen niistä oikein suoritettuna tuottaa jonkin koodin, jonka avulla suorittajat pystyivät siirtymään seuraavaan tehtävään.

Pakuhuoneen rakenteeksi muodostui viiden tehtävän sarja, joista neljä havainnollistaa jotain kemian ilmiötä ja viides on jaksolliseen järjestelmään pohjautuva palapeli. Pakuhuoneessa etenemisestä luotiin etenemiskaavio (Kaavio 6).

Pakohuoneen kuvaus

Pakohuone koostui viidestä tehtävästä, jotka suoritusjärjestyksessä olivat:

1. Salakirjoitus
2. Aineiden tiheydet
3. Palapeli
4. Piilotetut värit
5. Sähköä johtava taikina ja pommi

Kaikki viisi tehtävää täyttävät tehtävien suunnittelulle asetettujen ensimmäisen ja toisen ehdon ja vain viimeinen tehtävä eli ”sähköä johtava taikina ja pommi” ei täytä viimeistä ehtoa. Tämä oli sallittavaa, sillä kyseinen tehtävä toimii pakohuoneen viimeisenä tehtävänä, joten eteenpäin vievää koodia ei tarvitse syntyä.

Pakohuoneen tarina

Avuton assistentti on saanut töitä laboratoriosta. Hän on saanut töitä laboratoriossa valehtelemalla tahattomasti ansionsa. Työhaastattelussa assistentilta kysyttiin, onko hänellä teoreettisen kemian tutkinto, johon assistentti vastasi, että hänellä on teoreettinen kemian tutkinto. Avuton assistentti on edellisenä päivänä käynyt kuljettamassa suunnittelemansa pöytälamppuprototyypit tarkastettavaksi patenttivarastolle, jotta ne voitaisiin patentoida. Seuraavana päivänä assistentti tulee töihin ja huomaa, että professori on vihdoinkin kyllästynyt hänen osaamattomuuteensa ja suuttuneena tästä käynnistänyt kaikki laboratoriossa suunnitellut tuomiopäivän laitteet, jotka muistuttavat erehdyttävästi assistentin valmistamia pöytälamppu prototyyppejä. Professori on piilottanut tuomiopäivälaitteiden vaihtoehtoisen purkutavan kemian osaamista testaavien töiden taakse. Koska assistentti ei osaa kemiaa laisinkaan hän rekrytoi laboratoriossa vierailulla olevan oppilasryhmän selvittämään laitteiden purkutavan.

Lopulta laitteet osoittautuvat olevan assistentin valmistamia pöytälamppuprototyyppejä. Assistentti jää selvittämään mihin tuomiopäivälaitteet ovat joutuneet ja oppilaat jatkavat vierailuaan.

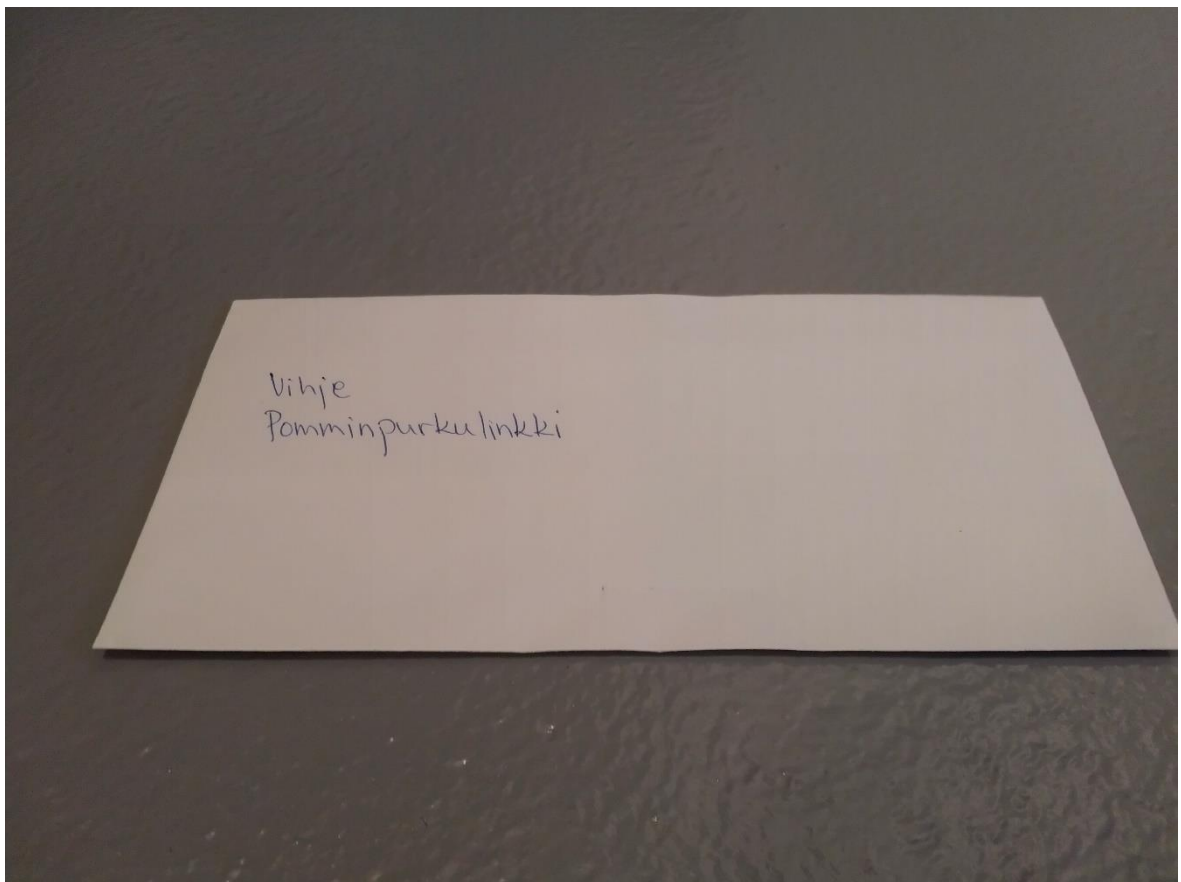


Kaavio 6 pakohuoneen eteneminen

Pakuhuoneessa eteneminen

Ensimmäiset kaksi tehtävää yhdessä antavat suorittajille bit.ly-linkin, joka johtaa ensimmäiseen Google form -lomakkeeseen, joka vaatii salasanaa. Salasanan oikein syöttäminen antaa seuraavan Google form -lomakkeen linkin, joka vaatii taas salasanaa. Toiseen lomakkeeseen oikean salasanan syötettyä suorittajat saavat linkin sähköä johtavaan taikinan reseptiin, jolla suorittajat pystyvät purkamaan pöydällä olevan ”pommin”.

Jokaisen tehtävän kohdalla on tehtävän kuvausteksti (Liitteet) ja vihjekuori (Kuva 3)



Kuva 3 Vihjekuori

5.2 Pakohuoneen tehtävien kuvaus, järjestäminen ja suorittaminen

1. Tehtävä: salakirjoitus

Pakohuoneen ensimmäiseksi tehtäväksi valittiin punakaalilla tehdyn salakirjoituksen paljastaminen.

Tehtävän oppimistavoite:

Tehtävän tavoitteena on suorittajan taitotason mukaan joko esitellä suorittajalle happo-emäs-indikaattorin värimuutos konkreettisesti tai testata suorittajan ymmärrystä happo-emäs-indikaattorin toiminnasta.

Tarvikkeet työtä varten:

- Kolme dekantteria
- 1M suolahappoa
- Tehtävän kuvausteksti ja vihjekuori, jossa vihje tehtävän suorittamiseen (Liite 1)
- Pieni määrä punakaalia
- Dekantteri punakaalimehun uutolle
- Koeputkia
- Pipetti
- Pensseli
- Imupaperia

Imupaperille on kirjoitettu punakaalilla ensimmäinen osa bit.ly-linkistä. Kuivuessaan punakaalimehu uutettuna veteen värjäytyy lievästi vaaleansiniseksi, joten hämäykseksi imupaperille kirjoitetaan myös heikosti sinisellä vesivärillä väärä kirjaimia. Nämä hämäyskirjaimet eivät vaihda väriään, kun vesivärikirjaimia sivellään hapolla tai emäksellä.

Vihjeeksi suorittajille oli annettu viesti laboratoriota johtavalta professorilta laboratorioassistentille (Liite 1). Vihje ohjasi suorittajia selvittämään, minkä dekantterin aineella salakirjoituksen saa selville.

Tehtävän suoritus:

Suolahappo tunnistetaan ensin uuttamalla punakaalista mehua ja tutkimalla mikä dekantterien nesteissä aiheuttaa mehussa värimuutoksen. Tutkimus suoritetaan pipetoimalla mysteeriaineita dekanttereista koeputkiin ja lisäämällä koeputkiin punakaalimehua. Koeputki, jossa värimuutos tapahtuu, sisältää suolahappoa. Kun suolahappo on löydetty, suolahapolla sivellään imupaperilla olevia kirjaimia, jolloin vain punakaalilla kirjoitetut kirjaimet värjäytyvät punaiseksi.

Suolahapon voi tarvittaessa korvata muun muassa sitruunamehulla. Valkoiselle imupaperille väkevällä punakaalimehulla kirjoitetut kirjaimien värimuutos näkyy selvästi ja muutoksen näkemistä helpottaa myös se, että vesivärillä kirjoitetut kirjaimet eivät muuta väriänsä lainkaan.

2. Tehtävä: aineiden tiheydet

Pakohuoneen toiseksi tehtäväksi valittiin aineiden suhteellisen tiheyden määrittäminen.

Tehtävän oppimistavoite:

Tehtävän suorittamisen jälkeen suorittajalla on käsitys siitä, miten eri tiheyden omaavat toisiinsa joko liukenemattomat tai heikosti liukenevat nesteet käyttäytyvät samassa astiassa.

Tarvikkeet työtä varten:

- Tehtävän kuvausteksti ja vihjekuori, jossa vihje tehtävän suorittamiseen (Liite 2)
- Koeputkiteline
- 4 koeputkea kirjainmerkittyä, joissa tutkittavat aineet:
 - o öljy
 - o vesi
 - o Käsitiskiaine
 - o siirappi
- Tyhjiä koeputkia

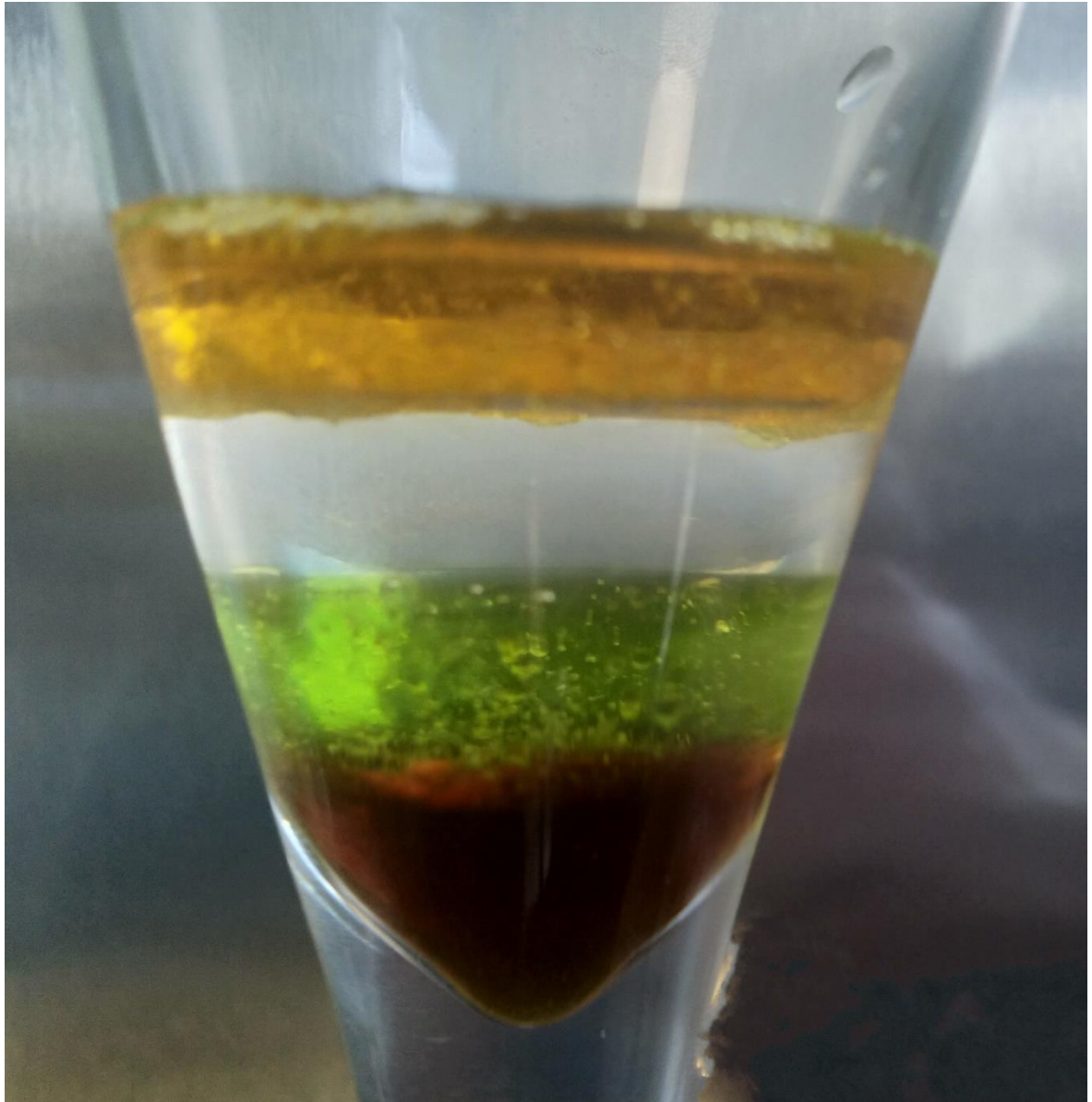
Tehtävässä on tarkoituksena selvittää kirjainmerkityissä koeputkissa olevien tutkittavien aineiden suhteelliset tiheydet pienimmästä suurimpaan. Oikean tiheysjärjestyksen selvittäminen antaa pakohuoneen suorittajille bit.ly-linkin loppuosan siten, että koeputkien kirjaimet tiheysjärjestyksessä pienimmästä suurimpaan muodostavat linkin loppuosan.

Tehtävän suoritus:

Tehtävä suoritetaan vertailemalla tutkittavien aineiden suhteellisia tiheyksiä kaatamalla niitä samaan koeputkeen ja tarkastelemalla, miten aineet asettuvat päällekkäin koeputkessa. Kun suhteelliset tiheydet on selvitetty, voidaan koodi saada selville lukemalla koeputkiin merkityt kirjaimet tiheysjärjestyksessä pienimmästä suurimpaan. Oikea järjestys on seuraava:

1. Öljy
2. Vesi
3. Käsitiskiaine
4. Siirappi

Mikäli tiheyden yhteys aineiden asettumiseen samassa koeputkessa ei ollut suorittajalle suoraan selkeää, vihjekuori sisälsi selityksen siitä, miten eri tiheyden omaavat ja toisiinsa liukenemattomat nesteet asettuvat samassa astiassa.



Kuva 4 Aineet samassa astiassa

3. Tehtävä: palapeli

Pakohuoneen kolmanneksi tehtäväksi valittiin jaksollinen järjestelmä -palapelin kokoaminen.

Tehtävän oppimistavoite:

Palapelitehtävä toimii lähinnä vain helppona välitehtävänä vaikeampien tehtävien välissä. Mikäli suorittajina ovat kemian aloittelijat, tehtävä voi toimia myös johdatuksena jaksollisen järjestyksen konseptiin.

Tarvikkeet työtä varten:

- Tehtävän kuvausteksti ja vihjekuori, jossa vihje tehtävän suorittamiseen (Liite 3).
- Jaksollinen järjestelmä -palapeli leikattuna kymmeneen osaan minigrip-pussissa. (Kuva 6)

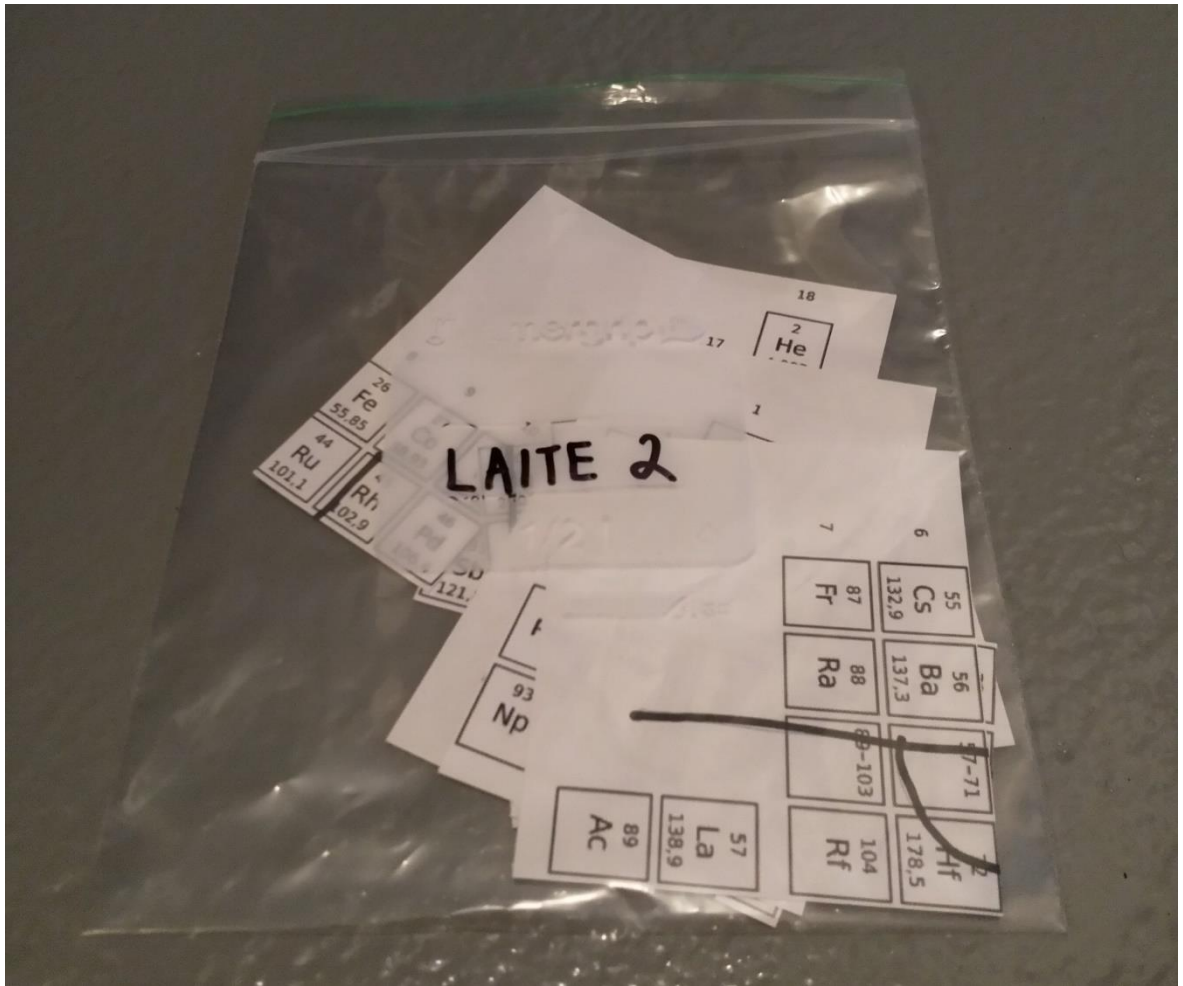
Ensimmäisen kahden työn suorittamisen jälkeen pakohuoneensuorittajat saavat koodit ohjeiden mukaan yhdistämällä bit.ly/XXXXYYYY muotoisen linkin, jota seuraamalla he pääsevät Google form lomakkeeseen, joka pyytää salasanaksi palapeliin kätketyn tunnetun kemistin nimeä. Työpisteelle on laitettu läpinäkyvä minigrip-pussi, jonka sisälle on laitettu kymmeneen osaan leikattu jaksollista järjestelmää esittävä kuva (Kuva 5), jonka päälle oli kirjoitettu paksulla tussilla jonkin tunnetun kemistin nimi, kuten esimerkiksi Nobel, tikkukirjaimilla. Palapelin kokoamista auttamassa on laboratorion seinällä oleva kuva jaksollisesta järjestelmästä. Vihjekuori sisälsi vihjeen etsiä laboratorion jotain, joka muistuttaa palapelin paloissa olevia kuvioita eli jaksollisen järjestelmän kuvan.

	1																		18																	
1	1 H 1,008																				2 He 4,003															
2	3 Li 6,94		4 Be 9,012																		5 B 10,81		6 C 12,01		7 N 14,01		8 O 16,00		9 F 19,00		10 Ne 20,18					
3	11 Na 22,99		12 Mg 24,31		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13 Al 26,98		14 Si 28,09		15 P 30,97		16 S 32,06		17 Cl 35,45		18 Ar 39,95	
4	19 K 39,10		20 Ca 40,08		21 Sc 44,96		22 Ti 47,87		23 V 50,94		24 Cr 52,00		25 Mn 54,94		26 Fe 55,85		27 Co 58,93		28 Ni 58,69		29 Cu 63,55		30 Zn 65,38		31 Ga 69,72		32 Ge 72,63		33 As 74,92		34 Se 78,97		35 Br 79,90		36 Kr 83,80	
5	37 Rb 85,47		38 Sr 87,62		39 Y 88,91		40 Zr 91,22		41 Nb 92,91		42 Mo 95,95		43 Tc		44 Ru 101,1		45 Rh 102,9		46 Pd 106,4		47 Ag 107,9		48 Cd 112,4		49 In 114,8		50 Sn 118,7		51 Sb 121,8		52 Te 127,6		53 I 126,9		54 Xe 131,3	
6	55 Cs 132,9		56 Ba 137,3		57~71		72 Hf 178,5		73 Ta 180,9		74 W 183,8		75 Re 186,2		76 Os 190,2		77 Ir 192,2		78 Pt 195,1		79 Au 197,0		80 Hg 200,6		81 Tl 204,4		82 Pb 207,2		83 Bi 209,0		84 Po		85 At		86 Rn	
7	87 Fr		88 Ra		89~103		104 Rf		105 Db		106 Sg		107 Bh		108 Hs		109 Mt		110 Ds		111 Rg		112 Cn		113 Nh		114 Fl		115 Mc		116 Lv		117 Ts		118 Og	
							57 La 138,9		58 Ce 140,1		59 Pr 140,9		60 Nd 144,2		61 Pm		62 Sm 150,4		63 Eu 152,0		64 Gd 157,3		65 Tb 158,9		66 Dy 162,5		67 Ho 164,9		68 Er 167,3		69 Tm 168,9		70 Yb 173,0		71 Lu 175,0	
							89 Ac		90 Th 232,0		91 Pa 231,0		92 U 238,0		93 Np		94 Pu		95 Am		96 Cm		97 Bk		98 Cf		99 Es		100 Fm		101 Md		102 No		103 Lr	

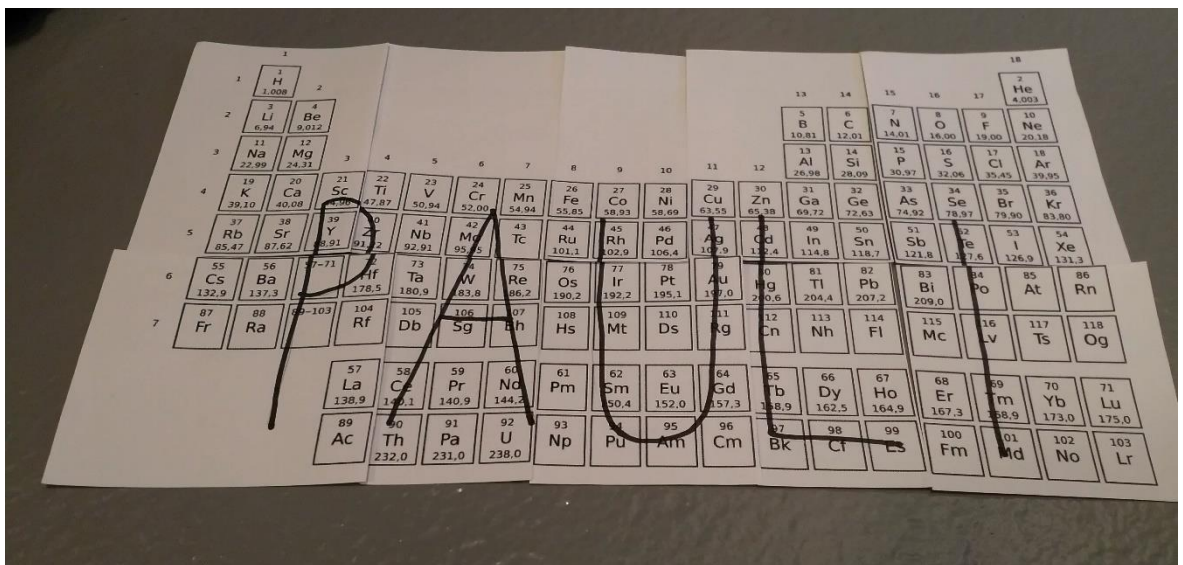
Kuva 5 Arppe, T., (2019), Jaksollinen järjestelmä noudettu osoitteesta <https://valkemisti.fi/2019/01/14/jaksollinen-jarjestelma-atomipainot/>

Tehtävän suoritus:

Tehtävä suoritettiin kokoamalla palapeli (Kuva 7) ja syöttämällä palapelissä lukeva kemistin nimi google formiin salasanakenttään. Kun salasana syötettiin oikein google form antoi vastaukseksi uuden linkin, joka johti seuraavaan google formiin.



Kuva 6 Palapeli minigrip-pussissa



Kuva 7 Koottu palapeli vastaus: PAULI

4. Tehtävä: piilotetut värit

Pakuhuoneen neljänneksi tehtäväksi valittiin koeputkiin kimallehiutaleiden sekaan piilotettujen väriaineiden värien selvittäminen ja selvitettyillä väreillä koodin purkaminen.

Tarvikkeet työtä varten

- Tehtävien kuvausteksti ja vihjekuori, jossa vihjeitä tehtävän suorittamiseen (Liite 4)
- Koeputkiteline
- 3 numeroitua koeputkea numeroilla 1-3, joissa kimallehiutaleiden sekaan sekoitettu jauhattua vesiväriä.
- Koodin purkutaulukko (Liite 5) (Kuva 8)

Edellisen tehtävän onnistunut suoritus antaa linkin seuraavaan google form -lomakkeeseen, joka pyytää salasanaa. Pöydällä koeputkien vieressä lukee paperilla, että värit on sekoitettu kimallehiutaleiden sekaan. Vihjeenä Google form -lomakkeessa lukee, että värit, joiden avulla koodi saadaan selville, ovat vesiliukoisia. Lomakkeessa lukee myös, että koeputkien värien ja numeroiden avulla kooditaulukosta voi selvittää lomakkeen vaatiman koodin siten, että ensimmäiset kaksi koeputkea kertovat koodin ensimmäisen osan ja kolmas koeputki kertoo viimeisen osan. Lisäksi lomake huomauttaa, että värivaihtoehtoja on vain kolme.

Esimerkki: jos värit ovat 1. Punainen 2. Sininen 3. Vihreä, niin oikea koodi on
KULTAAARRE

Tehtävän suoritus:

Tehtävä suoritetaan lisäämällä koeputkiin (Kuva 9) vettä ja sekoittamalla, jotta kimalteen seassa oleva vesiväri liukenee veteen (Kuva 10). Kun värit on selvitetty, saadaan lomakkeen vaatima salasana muuntamalla värien järjestys kooditaulukon avulla salasanaksi.

KOODI TAULUKKO

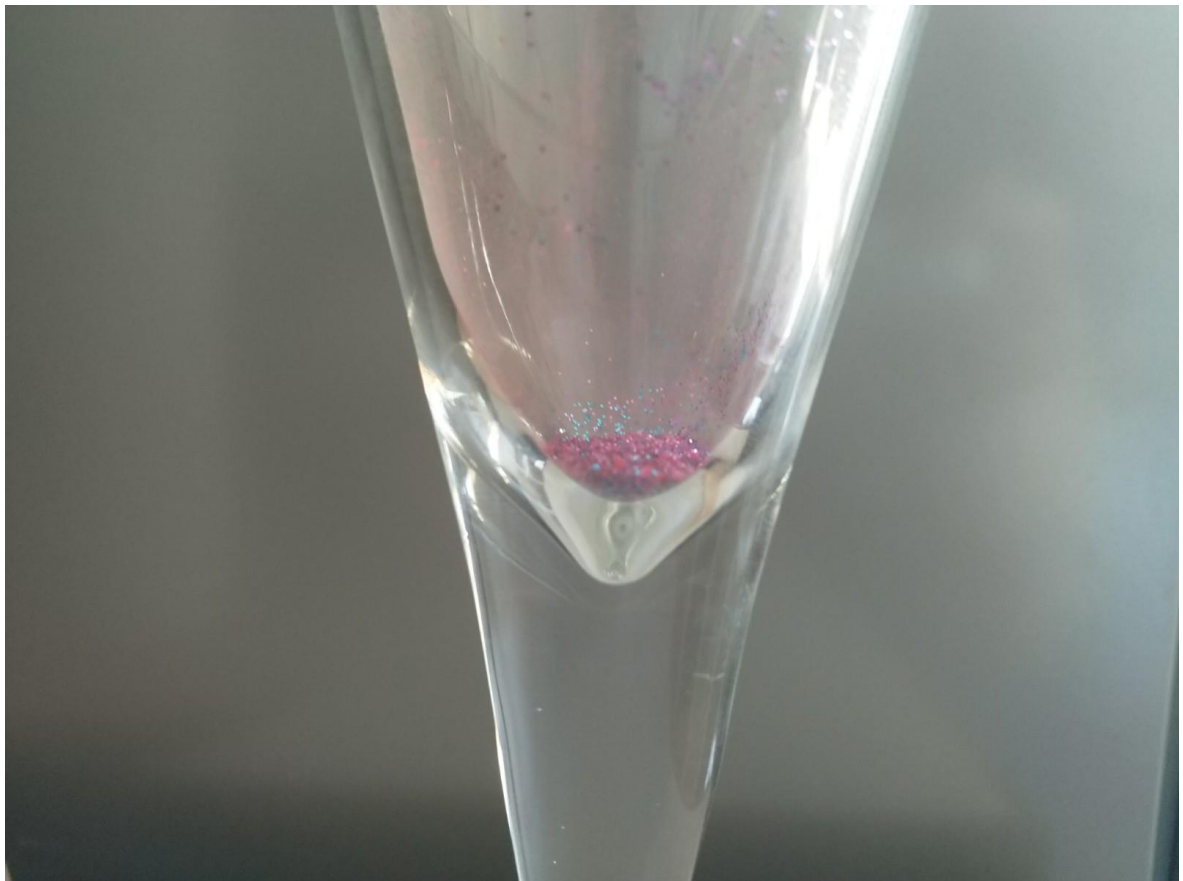
Ensimmäinen osa

Koeputki 1 → Koeputki 2 ↓	PUNAINEN	SININEN	VIHREÄ
PUNAINEN	KUPARI	RAUTA	HOPEA
SININEN	KULTA	NIKKELI	TITAANI
VIHREÄ	KROMI	ALUMIINI	PRONSSI

TOINEN OSA

KOEPUTKI 3	PUNAINEN	SININEN	VIHREÄ
KOODI	TAIVAS	MALMI	AARRE

Kuva 8 Piilotetut värianeet tehtävän kooditaulukko



Kuva 9 koeputki ennen veden lisäystä



Kuva 10 Koeputki veden lisäyksen jälkeen

Tehtävä 5: sähköä johtava taikina ja pommi

Pakohuoneen viimeiseksi tehtäväksi valittiin ”pommin” purkaminen sähköä johtavalla taikinalla.

Tarvikkeet:

- Kuvausteksti ja vihjekuori, jossa vihjeitä tehtävien suorittamiseen (Liite 5)
- ”pommi”
- Sähköä johtavan taikinan valmistustarvikkeet ja -aineet:
 - o Durumvehnäjauhoa
 - o Suolaa
 - o Sitruunamehua
 - o Ruokaöljyä
 - o Kulho taikinan valmistusta varten

”Pommi”

Pommi on yksinkertainen avoin paristo ja lamppu -piiri, joka suljetaan sähköä johtavalla taikinalla. ”Pommin” ulkonäköä ja sisällystä havainnollistavat kuvat (kuva 12 ja 13) ja kytkentäkaavio. (Kuva 11)

Pommin komponentit:

- 9V neppariparisto
- 9V neppariparistokotelo johdoilla
- E10 kierrekanta lampulle
- 3,5V E10 kierrekantalamppu
- Alumiinifoliota (kontaktoreiksi taikinaan)
- Johdinlankaa

Pommi valmistetaan taittelemalla laatikko askartelukartongista. Laatikkoon tehdään reiät lampulle ja alumiinifoliokontakteille. Taikinan korkeasuolaisuudesta johtuvan hapettavuuden takia kontaktit täytyy tehdä alumiinifoliosta, sillä muut metallit hapettuvat liian nopeasti taikinassa.

Sähköä johtava taikina

Sähköä johtavan taikinan reseptin idea perustui AnnMarie Thomaksen sähköä johtavan taikinan reseptiin.

Resepti:

- 250 ml Jauhoja
- 250 ml vettä
- 60 ml suolaa
- 135 ml sitruunamehua
- 15 ml ruokaöljyä

(”How To Make Squishy Circuits | Makerspace Projects”, 2017)

Valmistus:

Aineet sekoitetaan kulhossa ja seosta kuumennetaan ja sekoitetaan jatkuvasti teflon pannulla, kunnes seos kiinteytyy kiinteäksi massaksi. Massan annetaan jäähtyä ja jäähtymisen jälkeen massaan vaivataan vielä 135 ml jauhoja. Vaivauksen jälkeen taikina on käyttövalmis.

Resepti kuitenkin tässä muodossa osoittautui käyttökelvottomaksi pakohuonekontekstissa aikarajoitteen ja reseptissä vaadittavan kuumennuksen ja jäähdyttämisen välisen ristiriidan takia.

Pakohuoneen resepti johdettiin durumvehnäjauhoja hyödyntävästä tortillataikinasta ja jatkoehditettiin siten että taikina on suoraan käytettävissä pelkän sekoituksen jälkeen.

Taikinan resepti: (pakohuone versio)

- 100 ml durumvehnäjauhoja
- 20 ml vettä
- 25 ml sitruunamehua
- 20 ml suolaa
- 5 ml öljyä

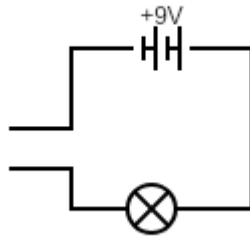
Valmistus:

Aineet sekoitetaan keskenään kulhossa. Taikina on käyttövalmis sekoituksen jälkeen.

Aikaisempien tehtävien onnistunut suorittaminen antaa suorittajille sähköä johtavan taikinan ohjeen. Taikinaa kutsutaan tacotaikinaksi ja vihjeeeksi mainitaan, että seos johtaa sähköä.

Tehtävän suoritus:

Taikina valmistetaan sekoittamalla aineet keskenään ja taikinan avulla ”pommin” piiri suljetaan ja lamppu syttyy. Lampun syttyminen tarkoittaa pakohuoneen onnistunutta suoritusta.



Kuva 11 "pommin" kytkentäkaavio



Kuva 12 "Pommin" ulkokuori



Kuva 13 "Pommi" avattuna

5.3 Kehittämistuotos 2: Pakohuoneen työohje ja toteuttamista tukevat menetelmät

Pakohuoneen työohje:

Kohderyhmä: 7.-9. peruskoulun luokat

Suoritus aika: 30-60 min

Aihealueet: happo-emäs-indikaattori, jaksollinen järjestelmä, liukoisuus, tiheys, aineen sähkönjohtavuus

Tarvikkeet per ryhmä:

- 12 koeputkea
 - o 3 ”Piilotetut värit” tehtävään
 - o 6 ”Aineiden tiheydet” tehtävään
 - o 3 ”Salakirjoitus tehtävään”
- 3 100ml dekantteria (Salakirjoitus tehtävään)
- 2 500 ml dekanteri tai kulho (punakaalin uutolle ja taikinan valmistukselle)

- 1 Jaksollinen järjestelmä -palapeli leikattuna paloiksi minigrip-pussissa
- 1 A4 kokoinen imupaperi
- 3 Eriväristä glitteriä
- ½ L Vettä (ei tarvitse olla astiassa, jos hana on tavoitettavissa)
- 1M Suolahappoa
- Kuva jaksollisesta järjestelmästä. (laboratoriossa nähtävillä)

- Vesiliukoista värijauhetta (elintarvikeväri, vesiväri yms.)
 - o Sinistä
 - o Punaista
 - o Vihreää

- Elintarvikkeet:
 - o Suola
 - o Ruokaöljy
 - o Siirappi
 - o Punakaali
 - o Sitruunamehu

Pommin komponentit:

- 9V neppariparisto
- 9V neppariparisto kotelo johdoilla
- E10 kierrekanta lampulle
- 3,5V E10 kierrekantalamppu
- Alumiinifoliota (kontaktoreiksi taikinaan)
- Johdinlankaa

Tehtävien järjestäminen.

Alla on kuudelle ryhmälle valmiiksi suunnitellut koodit. Internet linkit ovat voimassa toistaiseksi ja ohjeet Google form -lomakkeiden ja bitly-linkkien luontiin löytyy liitteistä. (Liite 7).

Aineiden tiheydet tehtävän oikea tiheysrivi:

Öljy -> Vesi -> Käsitiskiaine -> Siirappi

Salakirjoitus tehtävän dekantterin numero

Oikea suolahappo: ryhmän nro +1

Värikombinaatioissa P = punainen, V = Vihreä, S= Sininen

kirjainjärjestys = numerojärjestys

Ryhmä 1:

Bit.ly/BOORINEN

Salakirjoituskoodi BOOR

Tiheyskoodi INEN

Värikombinaatio PVS

Purettukoodi: KROMIMALMI

Palapelikoodi: AVOGADRO

Suolahappo dekantteri nro: 2

Ryhmä 2:

Bit.ly/ATOMIKSI

Salakirjoituskoodi ATOM

Tiheyskoodi IKS

Värikombinaatio PSV

Purettukoodi: KULTAAARRE

Palapelikoodi: PAULI

Suolahappo dekantteri nro: 3

Ryhmä 3:

Bit.ly/NEUTRONI

Salakirjoituskoodi NEUT

Tiheyskoodi RONI

Värikombinaatio VPS

Purettukoodi: HOPEAMALMI

Palapelikoodi: DALTON

Suolahappo dekantteri nro: 4

Ryhmä 4:

Bit.ly/KEMIASSA

Salakirjoituskoodi KEMI

Tiheyskoodi ASSA

Värikombinaatio VSP

Purettukoodi: TITAANITAIVAS

Palapelikoodi: NOBEL

Suolahappo dekantteri nro: 5

Ryhmä 5:

Bit.ly/PROTONIT

Salakirjoituskoodi PROT

Tiheyskoodi ONIT

Värikombinaatio SPV

Purettukoodi: RAUTAAARRE

Palapelikoodi: BOHR

Suolahappo dekantteri nro: 6

Ryhmä 6

Bit.ly/SUODATIN

Salakirjoituskoodi: SUOD

Tiheyskoodi: ATIN

Värikombinaatio: SVP

Purettukoodi: ALUMIINITAIVAS

Palapelikoodi: THOMPSON

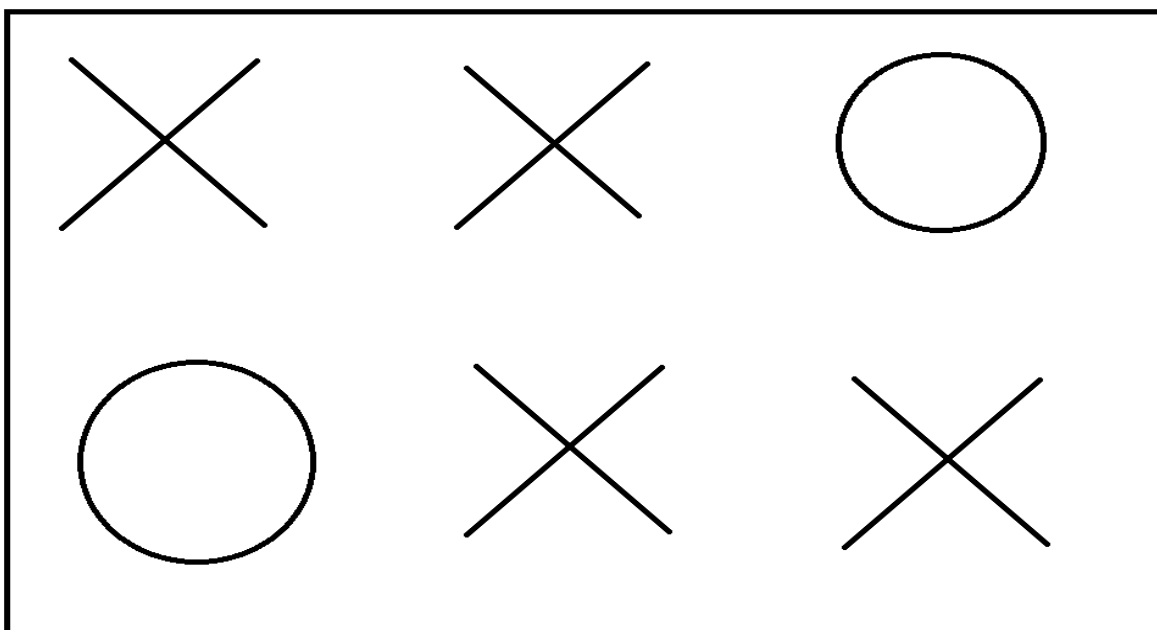
Suolahappo dekantteri nro: 7

Jokaista tehtävää kohden on kuvaustekstit ja vihjekuorien sisällöt, jotka löytyvät liitteistä

1-6. Kuvaustekstit ja vihjekuoret asetetaan kunkin tehtävän suorituspisteen lähelle.

1. Salakirjoitus

Salakirjoitus tehtävä järjestetään kirjoittamalla A4 kokoiselle imupaperiarkille ensin väkevään punakaalimehuun kastetulla pensselillä ensimmäinen osa koodista (esimerkiksi ryhmä 1: BOOR) normaalissa lukusuunnassa. Kun oikea koodi on kirjoitettu paperille, kirjoitetaan vielä vedellä kaksi satunnaista harhautuskirjainta. Koodi kirjoitetaan kahdelle riville esimerkkikuvan mukaisesti (Kuva 14).



Kuva 14 Salakirjoitus kirjainten asettelu

X:t ovat oikeat kirjaimet ja O:t ovat harhautuskirjaimet. Harhautuskirjaimia sivellään vielä laimealla sinisellä vesivärillä, jotta kuivumisen jälkeen oikeat ja harhautuskirjaimet näyttävät samalta.

Salakirjoitus paljastetaan 1M suolahapolla, joka on piilotettu yhteen kolmesta dekanterista, joista kahdessa muussa on vettä. Suolahappodekanterin numeroksi laitetaan ryhmän numero +1 eli ensimmäisen ryhmän kohdalla dekanterin numero on kaksi. Kahden muun dekanterin numerot ovat mielivaltaisia.

Suolahapon etsimistä varten punakaalia silputaan etukäteen muovipussiin. Silputusta punakaalista valmistetaan punakaalimehua liuottamalla sitä lämpimään veteen. Punakaalimehulla paljastetaan suolahappo, jonka avulla salakirjoitus paljastetaan.

Salakirjoituksen paljastaminen perustuu punakaalimehun kykyyn toimia happo—emäs-indikaattorina.

2. Aineiden tiheydet

Tehtävä järjestetään kaatamalla erikseen koeputkiin:

- vettä
- ruokaöljyä
- siirappia
- käsitiskiainetta (esim. fairy)

Koeputket kirjainmerkitään siten, että järjestyksessä öljy, vesi, tiskiaine ja siirappi muodostavat koodin. Esimerkiksi ryhmä1: öljy = I, vesi = N, tiskiaine = E ja siirappi = N. Eli oikea koodi on INEN.

Tiheyksien selvittäminen aineiden kerrostumista samassa astiassa perustuu aineen poolisuus- ja tiheysominaisuuksiin. Kun kahden nesteen molekyylit ovat kutakuinkin yhtä voimakkaasti poolisia, ne pystyvät liukenemaan toisiinsa muodostaen homogeenisen seoksen. Kun poolisuusero nesteiden välillä on merkittävä, nesteet eivät pysty liukenemaan toisiinsa ja muodostavat täten selkeästi eri faasit. Kun toisiinsa liukenemattomia nesteitä kaadetaan samaan astiaan, ne asettuvat kerroksittain eri faaseiksi siten, että raskaammat nesteet uppoavat alimmaksi ja kevyimmät nousevat pinnalle. Kerrostuminen johtuu nesteiden molekyylilien erimassaisuudesta.

3. Piilotetut väriaineet

Tehtävä järjestetään veistämällä vesiväristä jauhetta numeroituihin koeputkiin esimerkkinä kuva (kuva 15). Esimerkiksi ryhmän 1 kohdalla järjestys on 1. punainen 2. vihreä 3. sininen. Koeputkiin lisätään koristeilettä piilottamaan väriaineet.

Väriaineet paljastetaan lisäämällä vettä koeputkiin (kuva 16) ja hyödyntämällä purkutaulukkoa (Liite 5).

Piilotetun väriaineen paljastaminen perustuu liukoisuuteen. Muovista valmistettu koristeile ei liukene veteen, kun taas vesiliukoinen värijauhe liukenee. Lisäämällä vettä astiaan, jossa vesiliukoinen väriaine on sekoitettuna veteen liukenemattomaan koristeileeseen, värijauhe liukene veteen värjäten sen, kun taas liukenematon koristeile joko nousee nesteen pintaan vai vajoaa astian pohjalle, riippuen koristeileen tiheydestä suhteutettuna veteen.



Kuva 15 Preparoidut koeputket



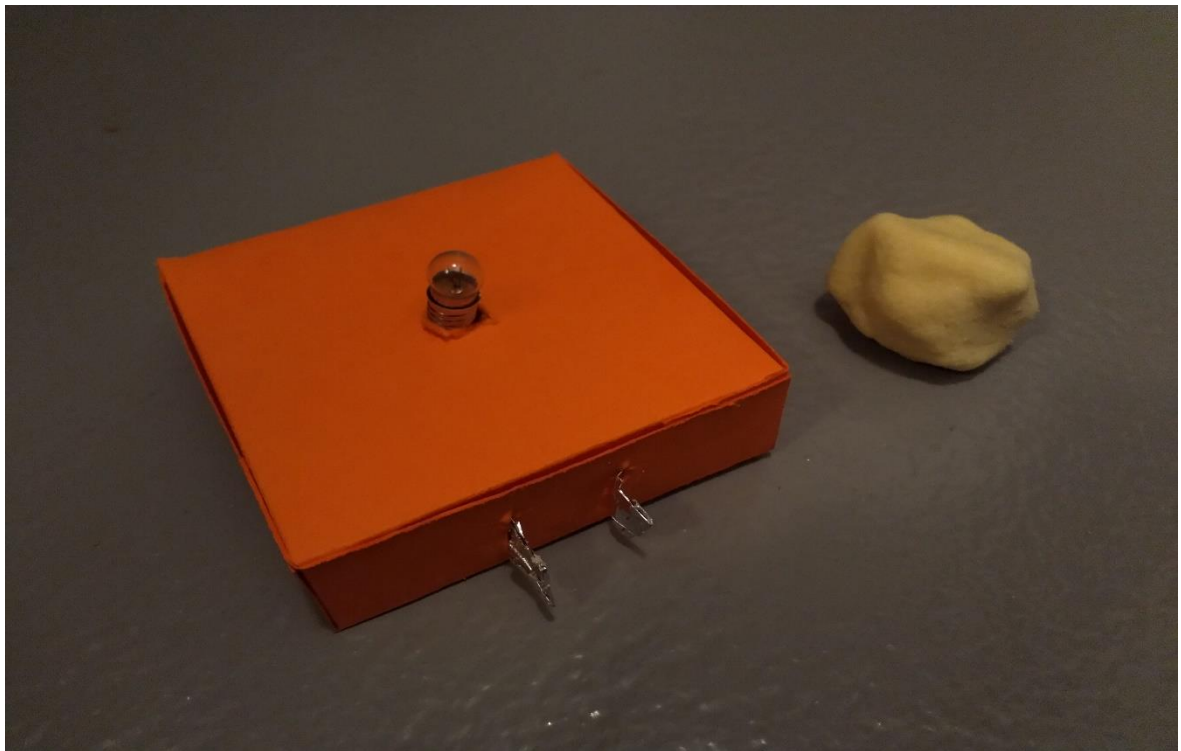
Kuva 16 Koeputket veden lisäyksen jälkeen

4. Palapeli

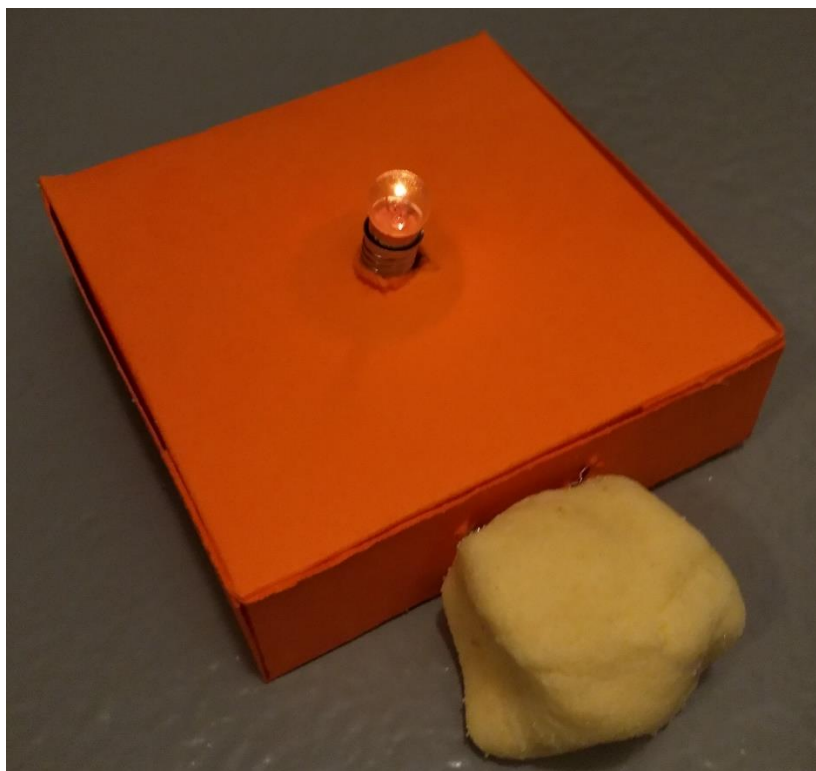
Tehtävä järjestetään kirjoittamalla palapelikoodi isoilla tikkukirjaimilla palapelin pohjakuvalle (Liite 3) ja leikkaamalla palapeli noin kymmeneen osaan. Palapelin kokoamisvihjeenä täytyy suoritustilassa olla näkyvillä jaksollinen järjestelmä esimerkiksi julisteena.

5. Pommin purku

Tehtävä järjestetään rakentamalla yksinkertainen avoin patteri-lamppu-piiri (kuva 11). Kun pommin johtimet yhdistetään sähköä johtavalla taikinalla, niin lamppu syttyy. (kuvat 17 ja 18)



Kuva 17 "pommi" ja sähköä johtava taikina



Kuva 18 Suljettu virtapiiri

Pakohuoneen toteuttamista tukevat menetelmät:

Pakohuoneessa etenemisen järjestäminen

Pakohuoneessa oppilaiden eteneminen itsenäisesti vaatii automatisointia tehtävien oikeiden ratkaisujen tarkistamisen ja vihjeiden antamisen osalta. Näihin ongelmiin kehitettiin pakohuonetta varten kolme eri ratkaisua:

Automaattinen eteneminen:

Jotta pakohuoneessa eteneminen olisi mahdollisimman itsenäistä, pakohuoneen tehtävien oikein suorittamisen tarkastus täytyi automatisoida. Automaattinen tehtävien tarkistus hoidettiin verkkopohjaisesti. Tehtävät suunniteltiin niin että kaikki tehtävät tuottivat jonkin koodisanan, jonka tarkastaminen automaattisesti oli helppoa. Tarkistaminen hoidettiin kahdella eri tavalla:

Bit.ly-linkki

Bit.ly on URL-lyhennyspalvelu, jonka avulla voidaan luoda lyhyitä verkko-osoitteita, joiden muistaminen on helpompaa kuin kunkin verkkosivujen palvelinhierarkian tuottamien

verkko-osoitteiden. Bit.ly-linkit ovat aina muotoa bit.ly/xxxx, jossa xxxx on palvelun käyttäjän itse määrittämä merkkisarja. Luodut bit.ly-linkit ovat toistaiseksi voimassa olevia ja palvelun tarjoaja lupaa niiden olevan ikuisesti voimassa.

Bit.ly-linkki tarkistusta hyödynnettiin kahden ensimmäisen tehtävän kohdalla niin, että mikäli molemmista tehtävistä saatu koodi oli oikein, koodit yhdistämällä pakohuoneen suorittajat saivat muodostettua bit.ly linkin loppuosan ja bit.ly linkin avaaminen selaimessa johti seuraavan tehtävän tarkastamiseen. Mikäli bit.ly-linkki ei johda seuraavaan tehtävään ainakin toisen koodista on oltava väärin. Jotta väärin olevan koodin selvittäminen oli mahdollisimman helppoa, koodit muodostivat aina jonkin kemia-aiheisen sanan, josta kirjoitusvihreiden näkeminen on helppoa.

Google-form

Google-form palvelua hyödynnettiin tehtävien etenemisen seuraamisessa, siten että kahden ensimmäisen tehtävän jälkeen saatu bit.ly-linkki ohjaa google form -lomakkeeseen, joka pyytää vastausta kysymykseen. Lomake on luotu niin, että lomake tarkastaa onko vastaus annettu oikein. Mikäli vastaus on oikein lomake antaa linkin seuraavaan lomakkeeseen tai vihjeeseen, muutoin lomake antaa virheviestin, jonka sisältö on mielivaltainen.

Bit.ly ja google form -lomakkeiden luonti- ja käyttöohjeet pakohuonekäyttöön on saatavilla liite osiossa (Liite 7).

Vihjekuoret:

Jotta pakohuoneessa eteneminen olisi suorittajien osalta mahdollisimman itsenäistä, automaattisen etenemisen seurannan lisäksi jokaista tehtävää varten luotiin vihjekuoret, joiden avulla suorittajat pystyivät jatkamaan etenemistään tehtävissä, mikäli jokin tehtävä aiheutti ongelmia.

6 Pakohuoneen arviointi

Kevään 2020 koronaviruspandemiasta johtuvien olosuhteiden takia pakohuonetta ei pystytty testaamaan autenttisella koeryhmällä, joten tässä luvussa arvioidaan suunnitellun pakohuoneen vaikutusta oppilaiden minäpystyvyyteen teoriataustaan nojaten. Lisäksi arvioidaan pakohuoneen toisinnettavuutta ja kykyä vastata opetussuunnitelman perusteiden asettamiin oppimisympäristöjen kehittämistarpeisiin.

6.1 Pakohuoneen toisinnettavuus

Yksi pakohuoneelle asetetuista tavoitteista oli suunnitella pakohuone siten, että pakohuoneen järjestäminen olisi mahdollisimman helppoa kouluissa kaikkien halukkaiden opettajien toimesta.

Toisinnettavuutta tukevat yksinkertaiset reagenssit ja välineistö. Pakohuoneen tehtävät on suunniteltu niin, että kaikki tehtävien vaatimat reagenssit ja välineistö löytyvät huonostikin varustellusta kemian- ja kuvaamataidonluokasta tai tavallisesta supermarketista.

Pakohuoneen järjestämiseen tarvitaan vain:

- | | |
|------------------|------------------|
| - vettä | - koristehilettä |
| - suolahappoa | - koeputkia |
| - sitruunahappoa | - keitinlaseja |
| - punakaalia | - imupaperia |
| - vesiväriä | - pensseli |

Toisinnettavuutta tukee myös pakohuoneen modulaarisuus. Pakohuone on suunniteltu niin, että jokainen pakohuone tehtävä on riippumaton muista tehtävistä, joten pakohuone tehtävien järjestys ei ole jäykkä vaan tehtävien järjestystä voi muuttaa ja tehtäviä voi poistaa ja lisätä järjestäjän ja suorittajaryhmän halujen ja tarpeiden mukaisesti. Kuitenkin, jotta pakohuonetta voi järjestäjä muokata itse, järjestäjän täytyy tutustua google form -lomakkeiden ja bit.ly, tai muun samankaltaisen linkin lyhennys- ja uudelleenohjauspalvelun käyttöön. Tätä haastetta on pyritty helpottamaan luomalla ohjeet tässä pro gradu -työssä käytettyjen palveluiden käyttöön pakohuoneen järjestämiskontekstissa. Tässä kehittämistutkimuksessa käytettyjen palvelujen soveltamiseen pakohuoneiden suunnittelussa löytyy liitteenä (Liite 7).

Toisinnettavuutta vaikeuttaa tehtävien järjestämiseen kuluva aika ja tilatarpeet. Mikäli pakohuonetta suorittamaan tuleva ryhmä on suuri, täytyy pakohuoneen tehtävien järjestämiseen kuluttaa merkittävä määrä aikaa. Etenkin ”pommin” rakentaminen voi olla ajankäytön kannalta ongelmallista, mutta ne ovat kuitenkin uudelleen käytettävissä, joten jos pakohuone omaksutaan yleiseen opetuskäyttöön niin valmisteluihin kuluva aikarasite vähenee ajan kanssa.

6.2 Minäpystyvyys

Suunniteltu pakohuone, johon tästä edespäin viitataan vain termillä pakohuone, on suunniteltu suoritettavaksi täysin itsenäisesti pienryhmissä, joiden koko on maksimissaan kolme henkilöä ja kokemuksen kannalta parhain pienryhmäkoko on kaksi. Pakohuoneen suoritusryhmäkoot pidettiin pienenä, jotta Banduran (1997) mukaisien autenttisten onnistumisten kokemukset olisivat mahdollisia. Mikäli ryhmät olisivat isompia, olisi mahdollista, että joidenkin ryhmien jäsenten osallistuminen pakohuoneen suorittaminen olisi vähäistä tai puuttuisi kokonaan.

Onnistumisen autenttisuuden kokemusta tukee myös pakohuoneen suunnittelu siten, että pakohuoneen suorittaminen on mahdollista täysin itsenäisesti ilman minkäänlaista toisen osapuolen ohjausta. Jatkuva pakohuoneen järjestäjältä tuleva ohjaus voi tehdä onnistumisesta teennäisen, sillä suorittaja voi kokea, että hänet on suoraan johdatettu oikeaan ratkaisuun.

Pakohuone on myös suunniteltu niin, että suoritettavat tehtävät mahtuvat mahdollisimman pieneen tilaan, jotta useampi ryhmä voi suorittaa pakohuonetta samanaikaisesti siten, että jokaisella ryhmällä on omat muiden ryhmien kanssa identtiset tehtävät ja vain oikeista ratkaisuista saadut koodit ovat erilaiset. Samassa tilassa samanaikainen pakohuoneen suorittaminen luo mahdollisuuden Urdanin ja Pajaresin (2006) mukaisten vertaisten rohkaisun ja onnistumisten havaitsemisen kautta minäpystyvyyden kerryttämislle.

Minäpystyvyyden kehittämisen kannalta erittäin kriittistä on onnistuminen pakohuoneen suorittamisessa. Mikäli pakohuoneen suorittaminen ei onnistu ryhmältä, niin vaikutus minäpystyvyyteen voi olla joko mitätön tai voi jopa huonontaa sitä. Pakohuoneen

epäonnistumisen mahdollisuutta on pyritty vähentämään lisäämällä pakohuoneen tehtävien suorituspisteisiin vihjekuoria, jonka toivotaan antavan suorittajalle mahdollisuus päästä liikkeelle pakohuoneesta uudestaan, mikäli he jäävät jumiin. Vihjekuorien on tarkoitus antaa suorittajille omavalintainen mahdollisuus saada apua pakohuoneen suorittamisessa. Vihjekuorien käyttäminen ei tee pakohuoneesta onnistumisesta vähemmän autenttisempaa suorittajan näkökulmasta, mikäli hän itse valitsee avata vihjekuoren, sillä vihjekuoret ovat osa pakohuonekokonaisuutta.

6.3 Opetussuunnitelman perusteiden mukaiset kehittämistavoitteet

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa on rajattu tarve kehittää oppimisympäristöjä. Tavoitteiksi on asetettu muun muassa uusien oppiaineen lähestymis- ja tutkimistapojen mahdollistaminen ja tilaisuuden antaminen itsenäiselle opiskelulle. (Opetushallitus, 2014)

Opetussuunnitelman perusteissa rajattuihin kehittämistarpeisiin on pyritty vastaamaan pakohuoneen kehityksessä. Pakohuone opetuskäytössä etenkin peruskoulutasolla on suhteellisen uusi ajatus. Pakohuoneiden käyttöä opetuksessa on tutkittu korkeakoulutasolla jonkin verran ja tutkimus on keskittynyt lähinnä hoiva-alalle. Peruskoulukäytössä pakohuoneet antavat uuden ja mahdollisesti innostavan tavan opiskella kemiaa. Pakohuone on alusta pitäen suunniteltu niin, että suorittajalle annetaan mahdollisuus suorittaa pakohuoneen alusta loppuun täysin itsenäisesti.

7 Johtopäätökset ja pohdinta

Ensimmäinen tutkimuskysymys koski sitä, mitä täytyy ottaa huomioon, kun suunnitellaan kouluissa toisinnettavissa olevia pakohuoneita. Tärkeitä huomioon otettavia asioita ovat pakohuoneen skaalautuvuus erikokoisille oppimisryhmille ja -tiloille. Lisäksi, jotta pakohuone olisi mahdollisimman helposti toisinnettavissa kouluissa, pakohuone ei saa vaatia kouluilta mitään erityisiä työvälineitä ja reagensseja, joita ei löydy tavallisesta kemian laboratoriosta tai joiden hankkiminen olisi liian kallista tai vaikeaa.

Toinen tutkimuskysymys koski pakohuoneen vaikutusta oppilaiden minäpystyvyydelle. Koska pakohuonetta ei päästy testaamaan autenttisella oppilasryhmällä, pakohuoneen minäpystyvyytsvaikutuksen analyysi hoidettiin teoriatasolla. Hyvin suunniteltu pakohuonekokonaisuus antaa oppilaille hyvän mahdollisuuden kokea Banduran (1997) mukaisia autenttisia onnistumisen kokemuksia, jotka kehittävät minäpystyvyyden tunnetta oppilaissa. Lisäksi, mikäli pakohuonetta on samassa tilassa suorittamassa useampi ryhmä samanaikaisesti, pakohuone tukee minäpystyvyyden tunteen rakentamista myös Urdanin ja Pajaresin (2006) mukaisten vertaisten onnistumisten havaitsemisen ja vertaisilta saadun rohkaisun kautta.

Kolmas tutkimuskysymys etsi vastausta kysymykseen: ”Millaiset laboratoriotyötehtävät sopivat kouluissa järjestettäviin pakohuoneisiin?”. Tässä kehittämistutkimuksessa sellaiset tehtävät havaittiin toimiviksi pakohuonetehtäviksi, joista lopputuloksena saatiin jotain helposti koodiksi muunnettavaa. Esimerkkisi värit ja arvot ovat helppo muuttaa koodeiksi. Saatuja koodeja voidaan käyttää pakohuoneessa etenemisen automatisoinnissa siten, että luodaan verkkopohjaisia lomakkeita, joihin koodit voidaan syöttää ja täten saada seuraavan tehtävän vihje. Jotta pakohuone olisi mahdollisimman itsenäisesti suoritettavissa, täytyy pakohuoneen olla rakennettu niin, että pakohuoneen tehtävät ovat helposti aloitettavissa uudestaan tarvittaessa.

Kehittämistutkimuksia on kritisoitu muun muassa siitä, että niiden tuottamat toimintamallit eivät ole helposti käyttöönotettavissa kentällä autenttisissa oppimistilanteissa (Bielaczyc, 2013). Tämä kritiikki on otettu huomioon tämän kehittämistutkimuksen aikana pitämällä

huolta siitä, että pakohuone on helposti skaalattavissa erikokoisille ryhmille ja erikokoisille ja -muotoisille koulujen tilaratkaisuille.

Vuoden 2020 kevään koronaviruspandemian takia tässä kehittämistutkimuksessa kehitettyä pakohuonetta ei päästy kokeilemaan autenttisella oppilasryhmällä koulujen sulkemisen ja liikkumisrajoitteiden takia. Tämän vuoksi jatkotutkimusväylyksi jää uusien pakohuoneympäristöön sopivien tehtävien suunnittelun lisäksi myös tämän pakohuoneen testaaminen autenttisella oppilasryhmällä.

Lähteet

Arppe, T. (2018, joulukuuta 19). No onkos tullut pakohuone nyt talven keskelle.

Valkemisti. <https://valkemisti.fi/2018/12/19/pakohuone-kemian-opetuksessa/>

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Freeman.

Bandura, A., & Barbaranelli, C. (1996). Multifaceted Impact of Self-Efficacy Beliefs on

Academic Functioning. *Child Development*, 67(3), 1206–1222.

<https://doi.org/10.2307/1131888>

Bell, P. (2004). On the Theoretical Breadth of Design-Based Research in Education.

Educational Psychologist, 39(4), 243–253.

https://doi.org/10.1207/s15326985ep3904_6

Bielaczyc, K. (2013). Informing Design Research: Learning From Teachers' Designs of

Social Infrastructure. *Journal of the Learning Sciences*, 22(2), 258–311.

<https://doi.org/10.1080/10508406.2012.691925>

Biglan, A. (1987). A behavior-analytic critique of Bandura's self-efficacy theory. *The*

Behavior Analyst, 10(1), 1–15.

Bong, M. (2004). Academic Motivation in Self-Efficacy, Task Value, Achievement Goal

Orientations, and Attributional Beliefs. *The Journal of Educational Research*,

97(6), 287–298. <https://doi.org/10.3200/JOER.97.6.287-298>

Dietrich, N. (2018). Escape Classroom: The Leblanc Process—An Educational “Escape

Game”. *Journal of Chemical Education*, 95(6), 996–999.

<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00690>

Edelson, D. C. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *The*

Journal of the Learning Sciences, 2002(11), 101–121.

- Eukel, H. N., Frenzel, J. E., & Cernusca, D. (2017). Educational Gaming for Pharmacy Students – Design and Evaluation of a Diabetes-themed Escape Room. *American Journal of Pharmaceutical Education; Alexandria*, 81(7), 1–5.
- Ferreiro-González, M., Amores-Arrocha, A., Espada-Bellido, E., Aliaño-Gonzalez, M. J., Vázquez-Espinosa, M., González-de-Peredo, A. V., Sancho-Galán, P., Álvarez-Saura, J. Á., Barbero, G. F., & Cejudo-Bastante, C. (2019). Escape Classroom: Can You Solve a Crime Using the Analytical Process? *Journal of Chemical Education*, 96(2), 267–273. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00601>
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014, tammikuuta 6). *Does Gamification Work? —A Literature Review of Empirical Studies on Gamification*. e 47th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA.
- How To Make Squishy Circuits | Makerspace Projects. (2017, lokakuuta 31). *Makerspaces.Com*. <https://www.makerspaces.com/squishy-circuits/>
- Huotari, K., & Hamari, J. (2012, lokakuuta 3). *Defining Gamification—A Service Marketing Perspective*. ACM J. <https://doi.org/10.1145/2393132.2393137>
- Koivusalo, S., Lindholm, J., & Lindqvist, E. (2019). Lumottu pakohuone: Lukiolaisille suunnattu kemian pulmapeli. *LUMAT-B: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 4(1), 38–65–38–65.
- Kurbanoglu, N. I., & Akim, A. (2010). The Relationships between University Students' Chemistry Laboratory Anxiety y Anxiety, Attitudes, and Self-Efficacy Beliefs ttitudes, and Self-Efficacy Beliefs. *Australian Journal of Teacher Education*, 2020(35(8)).
<https://ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?referer=http://scholar.google.fi/&httpsredir=1&article=1484&context=ajte>

- Nah, F. F.-H., Zeng, Q., Telaprolu, V. R., Ayyappa, A. P., & Eschenbrenner, B. (2014). Gamification of Education: A Review of Literature. Teoksessa F. F.-H. Nah (Toim.), *HCI in Business* (ss. 401–409). Springer International Publishing.
- Nicholson, S. (2015). *Peeking Behind the Locked Door: A Survey of Escape Room Facilities*. <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>.
<http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>
- Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014* (4. p.). Opetushallitus.
https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf
- Peleg, R., Yayon, M., Katchevich, D., Moria-Shipony, M., & Blonder, R. (2019). A Lab-Based Chemical Escape Room: Educational, Mobile, and Fun! *Journal of Chemical Education*, 96(5), 955–960. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00406>
- Pernaa, J. (2013). Kehittämistutkimus opetusmenetelmänä. Teoksessa *Kehittämistutkimus opetuslalla* (ss. 9–26). PS-kustannus. <https://helka.finna.fi/Record/helka.2459684>
- Salta, K., & Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, 88(4), 535–547.
<https://doi.org/10.1002/sce.10134>
- Stanislava Olić, Jasna Adamov, Snežana Babić Kekez. (2014). Motivation as a predictor of pupil's achievement in chemistry. *Research in Pedagogy*, 4(2), 24–35.
- Suellentrop, C. (2014, kesäkuuta 3). In Escape Rooms, Video Games Meet Real Life. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2014/06/04/arts/video-games/in-escape-rooms-video-games-meet-real-life.html>
- Urdan, T. C., & Pajares, F. (2006). *Self-efficacy Beliefs of Adolescents*. Information Age Publishing.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=470226&site=ehost-live&scope=site>

Winkelmann, K., Baloga, M., Marcinkowski, T., Giannoulis, C., Anquandah, G., & Cohen, P. (2015). Improving Students' Inquiry Skills and Self-Efficacy through Research-Inspired Modules in the General Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 92(2), 247–255. <https://doi.org/10.1021/ed500218d>

Liitteet

Liite 1 salakirjoitus kuvaus ja vihjeet

Salakirjoitus tehtävän kuvausteksti:

XXXX

Kirjoitin linkin XXXX osan paperille veteen uutetulla punakaalilla, koska assistenttini kertoi, että kirjoituksen voi paljastaa vain sivelemällä kirjaimia suolahappoon kastetulla pensselillä. Happo ja emäs aiheuttavat aineessa värimuutoksen. Assistentti kuitenkin taas osoittautui turhaksi, sillä kirjaimet ovat aivan selvästi nähtävissä valoa vastaan ja ovat lievästi sinisiä. Laitoin muutaman kirjaimen vesivärillä harhaanjohdatukseksi ja piilotin hapon numeroitujen dekantterien sekaan. Mutta miten paljastan hapon?

Salakirjoitus tehtävän vihje:

XXXX punakaali

Vinkki 1: Voit valmistaa punakaalimehua liottamalla punakaalia vedessä.

Vinkki 2: Valmiilla punakaali mehulla voit testata numeroitujen dekanttereiden nesteitä. Se joka saa mehun vaihtamaan punakaalin väriä on salakirjoituksen paljastus aine!

Liite 2 tiheydet kuvaus ja vihjeet

Tiheyksien vertailu tehtävän kuvaus:

YYYY

Seuraavien eri aineiden tiheysjärjestys on YYYY-osa koodia: astianpesuaine, siirappi, vesi, ruokaöljy. Koodi on aineiden astioiden kirjaimet tiheysjärjestyksessä pienimmistä suurimpaan.

Tiheyksien vertailu tehtävän vihjeet

YYYY

Vinkki 1: Mitä jos vertailet aineita samassa koeputkessa?

Vinkki 2: Muista tiheämpi neste on raskaampaa

Liite 3 palapeli (Ensimmäinen purkukoodi) kuvaus, google form -lomakkeen kuvankaappaus ja vihje

Liite 3 palapeli

ENSIMMÄINEN PURKUKOODI

Pyysin assistentiltani paperia, jotta voisin kirjoittaa ylös ensimmäisen salasanana, jotta muistaisin sen kun asennan varapurkujärjestelmää. Paperilla oli jonkin sortin kuvio taustalla mutta se ei varmaan auta palapelin uudelleen kasaamisessa.

Palapelin vihje:

ENSIMMÄINEN PURKUKOODI

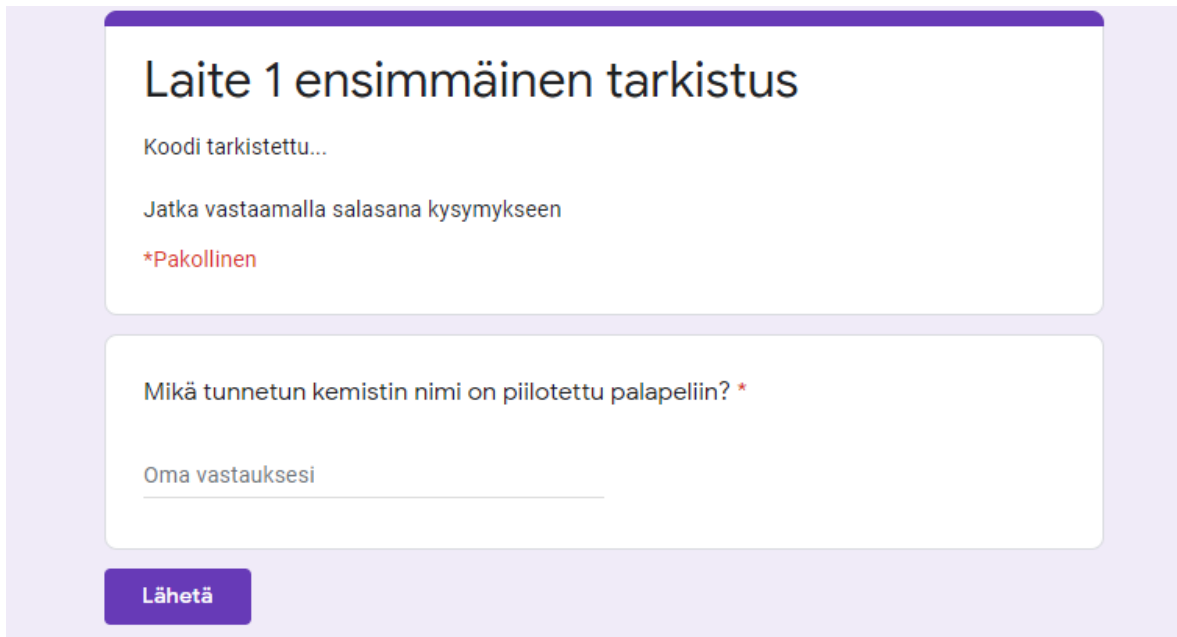
Löydätkö huoneesta jotain joka muistuttaa palapeliä?

Palapelin pohjakuva:

	1																	18
1	1 H 1,008	2											13	14	15	16	17	2 He 4,003
2	3 Li 6,94	4 Be 9,012											5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18
3	11 Na 22,99	12 Mg 24,31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
4	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,97	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
5	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
6	55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57–71	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89–103	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
				57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0
				89 Ac	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Kuva 19 Palapelin pohjakuva

Kuvakaappaus google formista (kuva 20):



The screenshot shows a Google Form with a purple header bar. The title is 'Laite 1 ensimmäinen tarkistus'. Below the title, it says 'Koodi tarkistettu...'. Then, it says 'Jatka vastaamalla salasana kysymykseen' followed by '*Pakollinen' in red. The next question is 'Mikä tunnetun kemistin nimi on piilotettu palapeliin? *'. Below the question is a text input field with the placeholder 'Oma vastauksesi'. At the bottom left is a purple button labeled 'Lähetä'.

Kuva 20 Kuvakaappaus ensimmäisestä google formista

Liite 4 piilotetut väriaineet (Toinen purkukoodi) kuvaus, google form kuvankaappaus ja vihje

Piilotetut väriaineet tehtävän kuvausteksti:

TOINEN PURKUKOODI

Viimeinen koodi vastaa numeroiduissa koeputkissa olevia värejä. Avuton assistenttini päätti lisätä koeputkiin glitteriä tarkoituksenaan piilottaa värit ja nyt en osaa edes itse paljastaa värejä.

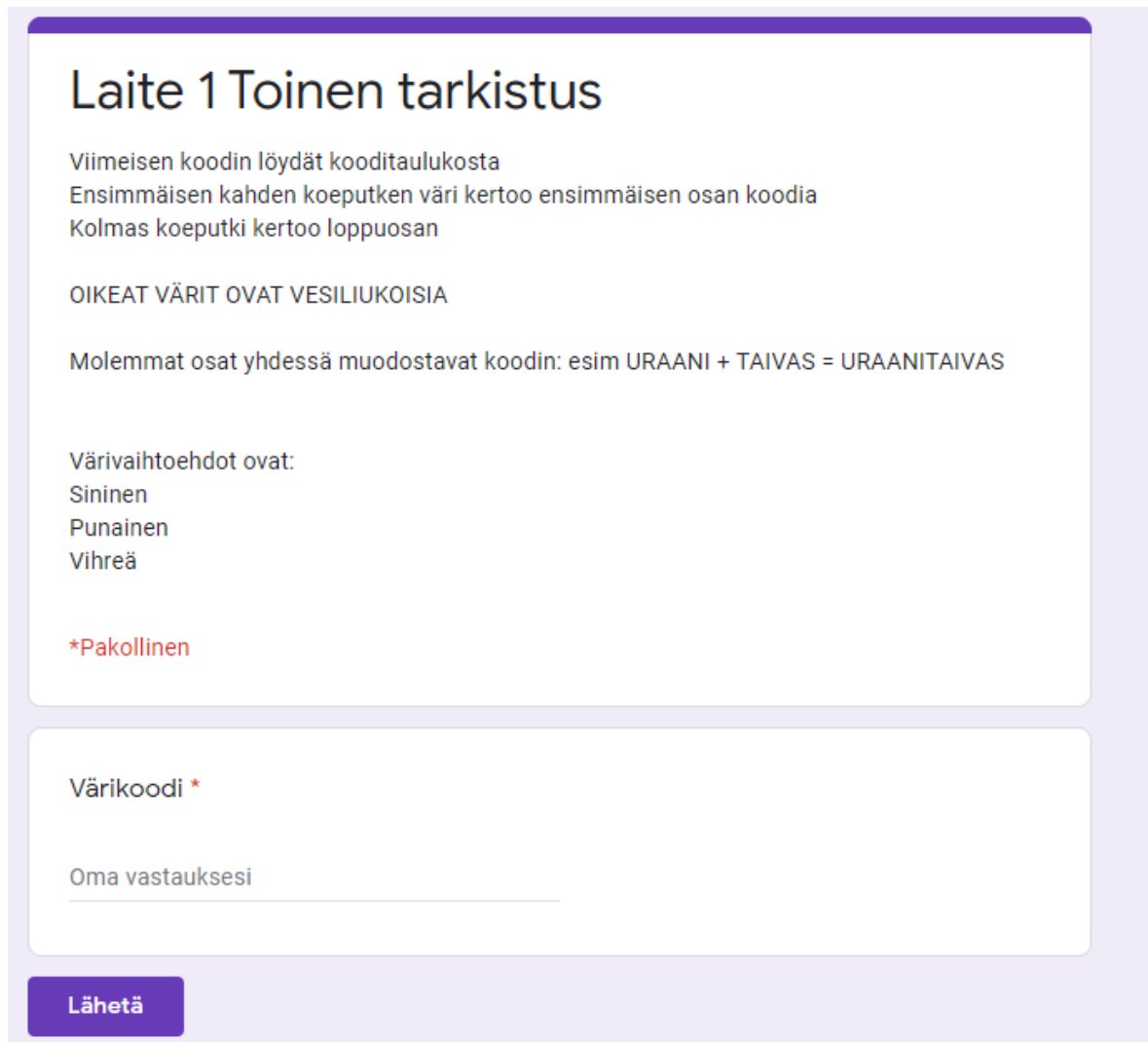
Piilotetut väriaineet tehtävän vihje:

TOINEN PURKUKOODI

Koeputkien värit ovat vesiliukoisia

Mitä jos lisäät putkiin vettä?

Toisen google form -lomakkeen kuvankaappaus:



The screenshot shows a Google Form with a purple header bar. The title is 'Laite 1 Toinen tarkistus'. Below the title, there are three lines of text: 'Viimeisen koodin löydät kooditaulukosta', 'Ensimmäisen kahden koeputken väri kertoo ensimmäisen osan koodia', and 'Kolmas koeputki kertoo loppuosan'. Below this, it says 'OIKEAT VÄRIT OVAT VESILIUKOISIA'. Then, it says 'Molemmat osat yhdessä muodostavat koodin: esim URAANI + TAIVAS = URAANITAIVAS'. Below that, it says 'Värivaihtoehdot ovat:' followed by a list: 'Sininen', 'Punainen', and 'Vihreä'. Below the list, it says '*Pakollinen' in red. At the bottom, there is a text input field labeled 'Värikoodi *' and a button labeled 'Lähetä'.

Laite 1 Toinen tarkistus

Viimeisen koodin löydät kooditaulukosta
Ensimmäisen kahden koeputken väri kertoo ensimmäisen osan koodia
Kolmas koeputki kertoo loppuosan

OIKEAT VÄRIT OVAT VESILIUKOISIA

Molemmat osat yhdessä muodostavat koodin: esim URAANI + TAIVAS = URAANITAIVAS

Värivaihtoehdot ovat:

- Sininen
- Punainen
- Vihreä

*Pakollinen

Värikoodi *

Oma vastauksesi

Lähetä

Kuva 21 Kuvankaappaus toisesta google form -lomakkeesta

Liite 5 piilotetut väriaineet koodin purkutaulukko

Piilotetut väriaineet tehtävän koodinpurkutaulukko:

KOODI TAULUKKO

Ensimmäinen osa

Koeputki 1 → Koeputki 2 ↓	PUNAINEN	SININEN	VIHREÄ
PUNAINEN	KUPARI	RAUTA	HOPEA
SININEN	KULTA	NIKKELI	TITAANI
VIHREÄ	KROMI	ALUMIINI	PRONSSI

TOINEN OSA

KOEPUTKI 3	PUNAINEN	SININEN	VIHREÄ
KOODI	TAIVAS	MALMI	AARRE

Liite 6 Pommin purku kuvaukset, sähköä johtavan taikinan resepti ja vihjeet

Pommin purku tehtävän kuvausteksti:

Tätä pommia ei noin vain pureta. Mikäli pommi avataan johdot katkeavat ja purkamisesta tulee mahdotonta. Ainoa tapa purkaa pommi on yhdistää liittimet erityisellä johtimella, jonka olen irrottanut ja tuhonnut.

HÄTÄPURKU TAPA internet linkin takana: bit.ly/xxxxyyyy

xxxx ja yyyy koodien löytämiseen ohjeet löytyvät XXXX ja YYYY merkityistä lapuista

Sähköä johtavan taikinan resepti:

HAHAHAHA

Luulitko assistentti oikeasti, että pommilla olisi toinen purkutapa. Ainakin pääsen vihdoinkin toilailemistani eroon.

Saat lohdutuspalkkioksi tortillataikina ohjeeni:

1 dl durum vehnä jauhoja

20 ml vettä

25 ml sitruunamehua

4tl suolaa

5 ml öljyä

PS. Maistuu aivan kauhealta. Toimii hyvin muovailuvahan korvikkeena. Johtaa sähköä.

PPS. Olet erotettu

VIHJE:

<https://drive.google.com/open?id=1Ee-eiLvJvgTnFbbuEuggq9I6JDMXyf7a>

Vihjeen takainen teksti:

Taikinahan johtaa sähköä mihinkähän sitä voisi käyttää?

Kokeile yhdistää johtimet taikinalla.

Liite 7 Verkkopohjaisten sovellusten luonti ja käyttö

Bit.ly:

Bit.ly-linkkien luominen edellyttää käyttäjä tilinluomista bit.ly palveluun. Bit.ly palvelusta on saatavilla sekä maksullinen että ilmainen versio. Pakohuone tarkoituksiin ilmainen versio riittää.

Linkkien luominen aloitetaan siirtymällä osoitteeseen bit.ly tai bitly.com. Käyttäjätilin luomisen jälkeen bit.ly-linkki luodaan oikeassa yläkulmassa olevasta create nappulaa klikkaamalla. Esille tulevaan ”Paste long url” kopioidaan se verkko-osoite, johon haluat lyhennetyn linkin vievän. Kun verkko-osoite on kopioitu, painetaan lomakkeen alareunassa olevaa create-nappulaa. Seuraavaksi voidaan muokata bit.ly linkin loppuosaa. Loppuosaksi tulee tehtävästä saatu koodi. Esimerkiksi tehtävästä saadaan koodi poolinen, jolloin bit.ly-linkin loppuosaksi muokataan muotoon bit.ly/poolinen. Kun loppuosa on muokattu, painetaan save-nappulaa. Tämän jälkeen bit.ly-linkki on voimassa. Jälkikäteen linkkejä voi muokata muuttamalla osoitetta, johon bit.ly-linkki johtaa mutta bit.ly-linkin loppuosaa ei jälkikäteen voi muokata.

Google-forms:

Google-forms palvelu vaatii ilmaista google käyttäjätilin luontia.

google forms palvelussa uusi lomake luodaan klikkaamalla alakulmassa olevaa plus merkkiä, jolloin päästään luomaan uutta lomaketta. Painamalla lomakkeen alakulmassa olevaa kolmea pistettä ja valitsemalla aukeavasta pudotusvalikosta ”vastauksen vahvistus” päästään seuraavaan näkymään (kuva 22):

Kuva 22 esimerkkilomake

Kysymys pitää asettaa pakolliseksi klikkaamalla oikeassa alakulmassa olevaa ”pakollinen” vipu oikealle. Täyttämällä *Teksti* laatikko halutulla vastauksella ja *Muokatun virheen teksti* omavalintaisella virhetekstillä, joka voi olla esimerkiksi vinkki tai vastauksen muodon selvennys, saadaan luotua kysymyslomake, josta voi edetä vain antamalla kysymykseen oikea vastaus.

Klikkaamalla yläkulmassa olevaa hammasratas kuvaketta ja avaamalla auenneesta ikkunasta ”Esitys” välilehden, voidaan vahvistusviesti kenttään kopioida verkko-osoite, johon oikean vastauksen halutaan johtavan.

Näin saadaan luotua verkkopohjainen kysymyslomake, johon oikein vastaaminen johtaa johonkin omavalintaiseen verkko-osoitteeseen.